

**Kompetenz in Medizintechnik und medizinischer Informationstechnik**  
***Expertise in Medical Engineering and Medical Information Technology***

FZI Forschungszentrum Informatik  
Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV)  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

# Your Partner for Technology & Innovation

## Your All-inclusive Partner: Providing Innovative Medical Engineering and Medical Information Technology Solutions

*We do basic research and go on to provide support in product development: Our interdisciplinary research and technology transfer competence network helps companies and public institutions in the implementation of the newest methods and knowledge from the biomedical engineering, information technology and medical informatics fields, thereby providing the foundation for economic success.*

The FZI Research Center for Information Technology is a non-profit organization for research transfer that belongs to the Federal State of Baden-Württemberg. By acting as the link between the university research at the elite University of Karlsruhe (now KIT) and its application in practice, we provide professional experience in the form of new scientific knowledge from the informatics, engineering and economic fields. In doing this we create innovative products and services.

The Karlsruhe Institute of Technology (KIT) is the result of the merger between the University of Karlsruhe and the Karlsruhe Research Center. Both partners have brought together their strength to deliver a completely new and enhanced level of teamwork.

The Microsystems Technology and Optics workgroup of the Institute for Information Processing Technology (ITIV) undertakes research in the medical engineering field. The KIT hiper.campus research group at the House of Competence investigates the relationship between physical fitness, stress and cognitive performance.

All together we offer innovative medical engineering, tele-medicine and e-health solutions.

*Scientific. Interdisciplinary. Pragmatic. Competent.*



Dr. Christophe Kunze, FZI Forschungszentrum Informatik  
Embedded Systems and Sensors Engineering (ESS)  
Tel.: +49 721 9654-150, kunze@fzi.de  
[www.fzi.de/ess](http://www.fzi.de/ess)



KIT - Universität des Landes Baden-Württemberg und  
nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

## Aus einer Hand: Innovative Lösungen für Medizintechnik und medizinische Informationstechnik

*Von der Grundlagenforschung bis zur Begleitung der Produktentwicklung: Mit unserem interdisziplinären Kompetenznetzwerk aus Forschung und Technologietransfer unterstützen wir gemeinsam Unternehmen und öffentliche Einrichtungen dabei, neueste Methoden und Erkenntnisse aus biomedizinischer Technik, Informationstechnik und Medizininformatik in wirtschaftlichen Erfolg umzusetzen.*

Das FZI Forschungszentrum Informatik ist eine gemeinnützige Forschungsstiftung des Landes Baden-Württemberg. Als Bindeglied zwischen universitärer Forschung an der Elite-Universität Karlsruhe (jetzt KIT) und Anwendung in der Praxis übertragen wir neue wissenschaftliche Erkenntnisse aus Informatik, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften in innovative Produkte und Dienstleistungen.

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ist der Zusammenschluss aus der Elite-Universität Karlsruhe und dem Forschungszentrum Karlsruhe. Im KIT bündeln beide Partner ihre Kräfte, um eine völlig neue Qualität der Zusammenarbeit zu schaffen.

Anwendungen im Bereich der Medizintechnik bilden einen Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe Mikrosystemtechnik und Optik am Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV). Die Forschungsgruppe hiper.campus am House of Competence des KIT untersucht Fragestellungen rund um den Zusammenhang zwischen Fitness, Stress und kognitiver Leistungsfähigkeit.

Gemeinsam bieten wir innovative Lösungen für Medizintechnik, Telemedizin und E-Health.

*Wissenschaftlich. Interdisziplinär. Pragmatisch. Kompetent.*



Prof. Dr. Wilhelm Stork, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV)  
Tel.: +49 721 608-2510, wilhelm.stork@kit.edu  
www.itiv.kit.edu



Dr. Stefan Hey, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
House of Competence, hiper.campus  
Tel.: +49 721 608-5720, stefan.hey@kit.edu  
www.hoc.kit.edu/hiper-campus

# We Make Technology Transfer Simple

## Monitoring Implementation Closely: Certified Quality Management Research

*Quality and risk management are indispensable parts in the research and design process, especially in the field of medical products. The FZI's Embedded Systems & Sensors Engineering (ESS) department is one of the first German research institutes to attain a quality management standard that is certified by the DIN EN ISO 13485:2007 and DIN EN ISO 9001:2008 standards.*

We apply a clearly defined and transparent process that has optimal information and communication workflows, an effective knowledge management process and a fully traceable quality management model. We can therefore do better research, offer support in the development of medical products and even develop components as an independent OEM. This is highlighted by the enhanced and improved efficiency and quality of our research and development achievements. We can provide our customers and contractors with complete client satisfaction.

## Our Partner Network: The Ideal Cooperation and Research Transfer Starting Point

**\*Acri.Tec®**  
for enhanced vision

**medset**  
MEDIZINTECHNIK

**beurer**  
GESUNDHEIT UND WOHLBEFINDEN

Universitätsklinikum  
Erlangen 

 **METRAX**  
GmbH

DAIMLER

**ELOVIS**  
Electronics Optics Solutions

**RC RaumComputer®**  
Building Automation

  
**Diakonie**

 **IMST**

biocomfort

informium

**LODENTREY**

 **KONTRON**

**C·A·S**  
SOFTWARE  


  
**ZIMMERMANN**  
elastische und technische Garne

**WIBU**  
SYSTEMS

# Wir machen Technologietransfer einfach

## Die Umsetzung im Blick: Forschung mit zertifiziertem Qualitätsmanagement

*Qualitäts- und Risikomanagement sind unverzichtbare Prozesse bei Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Umfeld von Medizinprodukten. Als eine der ersten Forschungseinrichtungen in Deutschland verfügt die Abteilung Embedded Systems & Sensors Engineering (ESS) am FZI über ein nach DIN EN ISO 13485:2007 und DIN EN ISO 9001:2008 zertifiziertes Qualitätsmanagement.*

Dies ermöglicht es uns, klar definierte transparente Prozesse mit optimalen Informations- und Kommunikationsflüssen, ein effektives Wissensmanagement und die Rückverfolgbarkeit aller qualitätsrelevanten Arbeitsschritte sicherzustellen. Somit können wir Sie besser bei der Forschung und Entwicklung von Medizinprodukten unterstützen und Komponenten-Entwicklungen als OEM selbständig durchführen. Dies äußert sich in einer gesteigerten Effizienz und einer erhöhten Qualität unserer Forschungs- und Entwicklungsergebnisse – und zeigt sich nicht zuletzt in der Zufriedenheit unserer Kunden und Auftraggeber.



## Unser Partnernetzwerk: Die ideale Basis für Kooperation und Forschungstransfer



# Range of Services

## Competent and Practical: Offering Scientific Support all the Way Through, from the Initial Idea to Product Launch

*By taking up projects together with our business partners in the form of cooperative or contract research, we develop new methods and technologies for medical applications. We also perform various evaluations of innovative product and effective healthcare concepts. Our contractors are companies of all sizes, from small businesses to internationally known companies.*

## Our Fields of Research

Our core business area lies in biosignal processing, mobile sensor technology, telematics and e-health and in textile integration. The competence of our interdisciplinary research team covers the entire development cycle starting from the fundamental research all the way to its implementation. Some of the services we offer include:

- Problem analysis and innovative solutions
- Technology monitoring and evaluation
- Conducting and providing support in studies
- Feasibility studies and scientific analysis
- Design and tool selection
- Development of hardware and software components
- Prototype development
- Conception, realization and evaluation of applications
- Process analysis and economic assessment
- DIN EN ISO 13485:2007 quality management and documentation

Based on our project experience and our partner network in the industrial sector and clinical research, we can provide innovative solutions to your research and development projects.

## We are Funded by

- Federal Ministry of Education and Research (BMBF)
- Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi)
- Federal State Foundation of Baden-Württemberg
- German Research Foundation (DFG)
- European Union (EU)



## Kompetent und praxisnah: Wissenschaftliche Unterstützung von der Vision bis zur Produkteinführung

*In Projekten, die wir mit unseren Geschäftspartnern in Form von Kooperation oder Auftragsforschung durchführen, entwickeln wir neue Methoden und Technologien in verschiedenen medizinischen Anwendungsfeldern oder evaluieren innovative Produkt- und Versorgungskonzepte in Studien. Unsere Auftraggeber sind Unternehmen jeder Größe: vom Kleinunternehmen bis zum international tätigen Konzern.*

## Unsere Forschungsfelder

Unsere Schwerpunkte liegen in den Bereichen Biosignalverarbeitung, mobile Sensorik, Telematik & E-Health und textile Integration. Dabei können wir mit unserem interdisziplinären Team den kompletten Entwicklungslebenszyklus von der Grundlagenforschung bis zur Umsetzung abdecken. Unser Angebot umfasst:

- Problemanalyse und innovative Lösungskonzepte
- Technologiemonitoring und -evaluation
- Durchführung und Begleitung von Studien
- Machbarkeitsstudien und wissenschaftliche Analyse
- Methoden- und Werkzeugauswahl
- Entwicklung von Hard- und Softwarekomponenten
- Prototypen-Realisierung
- Konzeption, Realisierung und Evaluierung von Anwendungen
- Prozessanalyse und betriebswirtschaftliche Bewertung
- Qualitätsmanagement und Dokumentation nach DIN EN ISO 13485:2007

Aufbauend auf unseren Projekterfahrungen und unserem Partnernetzwerk in Industrie und klinischer Forschung können wir auch Ihre Forschungs- und Entwicklungsprojekte unterstützen.

## Gefördert durch

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
- Landesstiftung Baden-Württemberg
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- Europäische Union (EU)

## Self-determined, Active and Mobile: The Ambient Assisted Living Field of Research

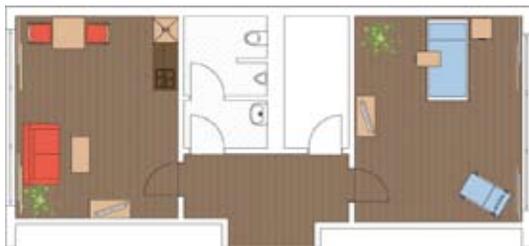
*The AAL research group undertakes interdisciplinary research with our industry partners, healthcare providers and nursing institutions, thereby developing technologies that make life for the elderly more independent. The main research and development objective is to make the day-to-day activities of the people who need care and their assistants, such as their relatives, as balanced as possible.*

Technology experts have normally little or no insight into the needs and priorities of the end users. On the other side, the technical boundaries of current technologies are mostly unknown to the end user. It is therefore important to bring the end users and the technologists together in order to develop real-life application scenarios and also in the evaluation of the presented solutions.

The FZI Living Lab AAL has been set up as a working, demonstrative and evaluation environment. A typical living environment for the elderly has been installed at this facility so we can discuss, develop and test our prototypes under a real setting along with the users. The corresponding resolution methods are evaluated together with our research partners as part of the FZI's AAL research project pilot studies. Some of the FZI's Living Lab objectives are:

- Integrating existing and new technologies into one solution platform
- Creating a complex network of services from diverse solution modules
- Evaluating the feasibility of the corresponding resolution methods
- Demonstrating and implementing the resolution methods to make them a reality to users

Are you interested in the benefits we can provide you? As a technology provider, would you like to know what new requirements and opportunities we can add to your products and services according to demographic change? We and our network of partners will support you in developing use-cases, solution conceptualization, prototyping, and all the way to service integration and evaluation.



Grundriss des FZI Living Lab AAL  
Floor plan of the FZI Living Lab AAL



Das Wohnzimmer des FZI Living Lab AAL  
The living room of the FZI Living Lab AAL

## Selbstbestimmt, aktiv und mobil: Der Forschungsschwerpunkt Ambient Assisted Living

*Im Rahmen des Forschungsschwerpunkts AAL arbeiten Forscherinnen und Forscher in interdisziplinären Teams mit Partnern aus Industrie, Gesundheitsversorgung und Pflege an Technologien und Dienstleistungskonzepten für ein selbständiges Leben im Alter. Ziel der Forschung und Entwicklung ist es, betreute Menschen und Hilfspersonen wie Angehörige oder Pfleger in ihren alltäglichen Handlungen bestmöglich zu unterstützen.*

Technologiewissenschaftler haben in der Regel wenig Einblick in die Bedürfnisse und Prioritäten von Endnutzern. Anwender hingegen haben meist nur wenig Vorstellungsvermögen von den technischen Möglichkeiten. Deshalb ist eine frühe, methodisch geführte Einbindung von Endanwendern und Domänenexperten für die Entwicklung von Anwendungsszenarien und für die Bewertung von Lösungskonzepten von erheblicher Bedeutung.

Dafür haben wir das FZI Living Lab AAL als Arbeits-, Demonstrations- und Evaluationsumgebung eingerichtet. Es ist einer typischen Lebensumgebung älterer Menschen nachempfunden. Hier können unsere Prototypen und Dienste unter realistischen Anwendungsbedingungen mit Anwendern diskutiert, entwickelt und getestet werden. Erfolgreiche Lösungsansätze werden dann gemeinsam mit Anwendungspartnern in Pilotstudien im Rahmen der AAL-Forschungsprojekte des FZI evaluiert. Ziele des FZI Living Lab sind unter anderem:

- existierende und neue Technologien in eine Lösungsplattform zu integrieren
- vielfältige Lösungsbausteine zu komplexen Diensten zu vernetzen
- die Machbarkeit von Lösungsansätzen zu evaluieren und aufzuzeigen
- Lösungsansätze zu demonstrieren und für Anwender erlebbar zu machen.

Wollen auch Sie z. B. als Technologieanbieter erfahren, welche Anforderungen und Chancen sich für Ihre Produkte und Dienstleistungen im Kontext des demographischen Wandels ergeben? Mit unserem Partnernetzwerk unterstützen wir Sie bei Use-Case-Entwicklung, Lösungskonzeption, Prototyping, Service-Integration und Evaluierung.



# Expertise: Biosignal Processing

## Innovative Methods and Algorithms for Biosignal Processing

*From efficient digital filters to complex neuro-fuzzy classification systems: modern signal processing methods offer innovative approaches in monitoring, diagnosis and therapy. By building specific tools for design and validation of algorithms, we develop systems for multiparameter analysis of various vital signs – also taking into consideration edge conditions like mobile monitoring.*

In the fields of ECG and motion analysis, the processing of respiratory vital parameters and the analysis and processing of polysomnograms we have special experience. We even deal with innovative analysis of heart-beat and blood-pressure variability and novel emotion and stress recognition applications. This enables us to draw from a pool of experience, methods and implementations, for instance:

- Wavelet based techniques
- Adaptive filters
- Neural networks and neuro-fuzzy systems
- Non-linear analysis methods
- Cluster and data mining tools

Our work focuses mainly on the applications involving mobile real-time monitoring devices. Thus we support our customer support ranges from tool-based algorithm development to efficient implementation using several mobile platforms.

## Innovative Methoden und Algorithmen für die Biosignalverarbeitung

*Von effizienten digitalen Filtern bis hin zu komplexen Neuro-Fuzzy-Klassifikatoren: Moderne Signalverarbeitungsverfahren ermöglichen innovative Ansätze in Monitoring, Diagnose und Therapie. Aufbauend auf speziellen Werkzeugen zum Entwurf und zur Validierung von Analysealgorithmen entwickeln wir Systeme zur Multiparameter-Analyse von verschiedenen Vitalparametern – auch unter Berücksichtigung besonderer Randbedingungen, wie z. B. Artefakterkennung und -unterdrückung für mobile Monitoring-Anwendungen.*

Besondere Erfahrungen haben wir in den Bereichen EKG- und Bewegungsanalyse, der Auswertung von respiratorischen Vitalparametern und der Analyse von Polysomnogrammen – aber auch innovative Analysen der Herzraten- und Blutdruckvariabilität oder neuartige Anwendungen wie Emotions- oder Stresserkennung werden von uns bearbeitet. Dabei können wir auf einen breiten Erfahrungsschatz an Implementierungen – basierend auf modernsten signalanalytischen Klassifizierungs- und Auswertemethoden – zurückgreifen. Hierzu zählen unter anderem:

- Wavelet-basierte Verfahren
- Adaptive Filter
- Neuronale Netze und Neuro-Fuzzy-Systeme
- Nichtlineare Analyseverfahren
- Cluster- und Data-Mining-Verfahren

Anwendung finden unsere Arbeiten vor allem in mobilen Online-Monitoring-Applikationen. Hier unterstützen wir unsere Kunden von der Werkzeug-gestützten Algorithmen-Entwicklung bis hin zur effizienten Implementierung für verschiedene mobile Plattformen.



## Analysis of Long-term ECG Measurements

*The first long-term ECG measurement recording device was introduced in 1961. Times have changed since then and this class of devices that are used for the identification and quantification of cardiac arrhythmia has evolved from just a simple recording device to intelligent monitoring devices. We design efficient analysis algorithms which are used to analyze the recorded ECG data.*

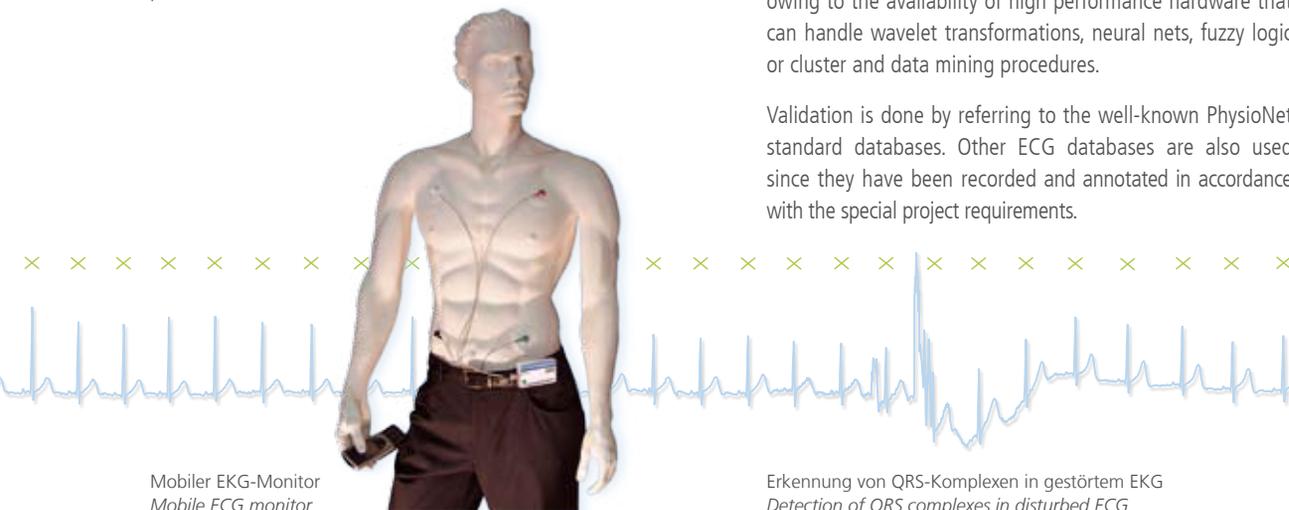
Long-term ECG recording is usually accompanied by a large volume of data that needs to be wholly analyzed. There is therefore a need to analyze the data automatically. This would go a long way in making the whole venture more profitable. The signal analysis may be done on a mobile device or the analysis of the collected data can be done on a desktop computer after the completion of the long-term monitoring procedure.

The main focus of our work lays in the identification of QRS complexes therewith the classification of the beat's source as supra-ventricular or ventricular, the classification of heart rhythms thereby identifying the ones that need instant defibrillation and the ones that don't, the calculation of the heart rate variability (HRV) and turbulence (HRT) as well as the automatic identification of the disturbed ECG sequences since they may not be used for analysis.

The algorithms that have been developed by our team for the use in mobile devices work in a real-time environment. They are of very high-performance despite the limitation of the available resources. The improvement of the analysis results is achieved by recording and analyzing accompanying signals such as body movement or the ECG signal quality identification.

Retrospective ECG analysis on a PC can use other techniques, owing to the availability of high performance hardware that can handle wavelet transformations, neural nets, fuzzy logic or cluster and data mining procedures.

Validation is done by referring to the well-known PhysioNet standard databases. Other ECG databases are also used since they have been recorded and annotated in accordance with the special project requirements.



Mobiler EKG-Monitor  
Mobile ECG monitor

Erkennung von QRS-Komplexen in gestörtem EKG  
Detection of QRS complexes in disturbed ECG

## Analyse von Langzeit-EKG-Aufnahmen

*Bereits 1961 wurde das erste Gerät zur mobilen Langzeitaufnahme von EKG-Signalen vorgestellt, seitdem hat sich diese zur Erkennung und Quantifizierung von Herzrhythmusstörungen unabdingbare Geräteklasse vom reinen Aufnahmegerät zu komplexen, intelligenten Monitoringgeräten weiterentwickelt. Zur Analyse der aufgezeichneten EKG-Daten entwickeln wir leistungsfähige Analysealgorithmen.*

Beim EKG-Langzeit-Monitoring fallen Unmengen von Daten an, die allesamt ausgewertet werden müssen. Diese Auswertung ist nur noch rentabel, wenn sie automatisiert abläuft. Je nach Anwendungskonzept kann diese Signalanalyse schon auf dem Mobilsystem laufen oder erst nach abgeschlossener Langzeit-Untersuchung auf einem Desktop-PC. Im Fokus liegen dabei die Erkennung von QRS-Komplexen mit Unterscheidung von Schlägen supraventrikulären und ventrikulären Ursprungs, eine Differenzierung von defibrillationswürdigen und nicht defibrillationswürdigen Herzrhythmen, die Berechnung der Herzratenvariabilität (HRV) und -turbulenz (HRT) sowie die automatische Identifizierung von artefaktbehafteten und damit nicht mehr sicher analysierbaren EKG-Sequenzen.

Die von uns entwickelten Algorithmen für mobile Systeme sind echtzeitfähig und trotz minimalem Ressourcenanspruch sehr leistungsstark. Um die Analyseergebnisse zu verbessern, werden neben dem EKG auch Kontextsignale wie die Körperbewegung oder die Qualität der EKG-Ableitung gemessen und ausgewertet.

Verfahren für die retrospektive EKG-Analyse auf einem Desktop-PC können anders dimensioniert werden: Dank leistungsfähiger Hardware werden Methoden wie Wavelet-

Transformation, Neuronale Netze, Fuzzy Logic oder Cluster- und Data-Mining-Verfahren angewendet.

Für die Validierung der Algorithmen wird auf die bekannten Standarddatenbanken von PhysioNet zurückgegriffen, gleichzeitig werden aber auch eigene EKG-Datenbanken verwendet, deren Signale speziellen Projektanforderungen entsprechend aufgezeichnet und annotiert sind.



Entwicklungswerkzeug zum Testen von Analysealgorithmen  
*Developing tool for testing analysis algorithms*



## Screening and Long-term Monitoring of Respiratory Diseases

*The third frequently cause of death in Germany is caused by respiratory diseases. We have focused our work on the screening and monitoring of respiratory diseases and it has specialized in the fields of sleep apnea hypopnea syndrome (SAHS) and chronic obstructive pulmonary disease (COPD).*

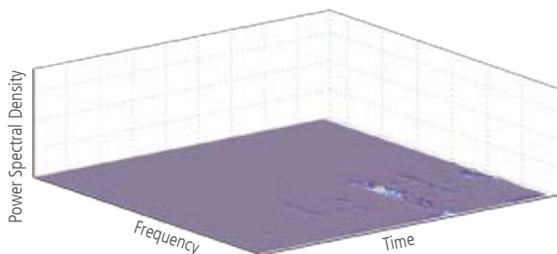
Sleep apnea is one of the most common sleep disorders. It is characterized by pauses in breathing during sleep which comes along with increased risks in the cardiovascular and circulatory system. Even in Germany, about 3 million people suffer from sleep apnea and they have not sort therapy or they have not even been diagnosed as suffering from this condition. Consequently, these patients are misdiagnosed and they continue to be treated for the accompanying complications instead of the actual sleep apnea disease.

We are undertaking research with the aim of designing a reliable and user friendly screening methodology which may be used for identifying SAHS in a household setting. It is now possible to reliable identify SAHS and also to assess its

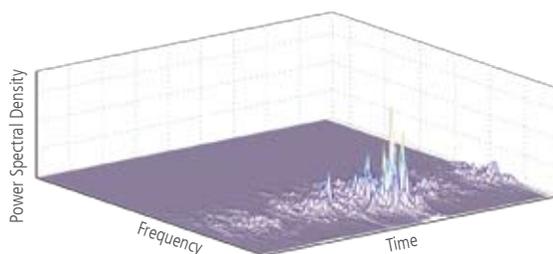
intensity on a time dependent course using a single sensor – a pulse oximeter. Using parametric spectral estimation methods, we reached a sensitivity of about 96% and a specificity of about 91% what is a significantly higher quality than comparable linear algorithms based on time domain methods.

In addition to SAHS, we also focus our research on signal analysis for the monitoring of COPD patients. COPD is a progressive incurable disease of the lungs. About 4-10% of the adult population suffers from this condition which is typically characterized by difficulty in breathing and chronic coughs with sputum.

Our research work aims as making early detections possible and supporting therapeutic actions. This goes a long way in improving the fitness and the quality of life for these COPD patients. The patients are motivated to continue with therapy since they are given feedback about their progress and achieved results. The patients are for example encouraged in therapy compliance when they are informed about improvements in body fitness.



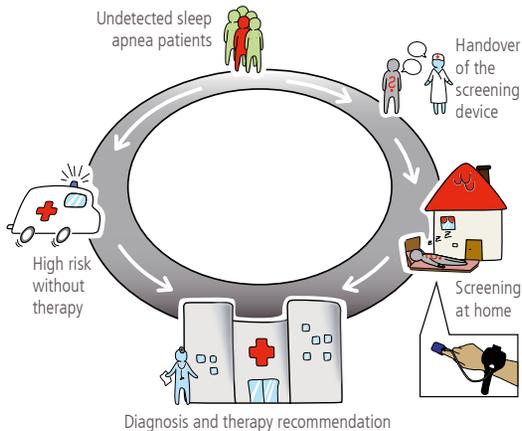
SAHS-Screening via Kurzzeitfrequenzspektren (kein Apnoiker)  
SAHS-screening via short-term spectral analysis (apnoe healthy)



SAHS-Screening via Kurzzeitfrequenzspektren (Apnoiker)  
SAHS-screening via short-term spectral analysis (apnoe patient)

## Screening und Langzeitmonitoring respiratorischer Erkrankungen

*Erkrankungen der Atemwege sind in Deutschland die dritthäufigste Todesursache – Tendenz steigend. Wir beschäftigen uns mit dem Screening und Langzeitmonitoring von Atemwegserkrankungen mit den Schwerpunkten Schlafapnoe-Hypopnoe Syndrom (SAHS) und chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD).*



Zuverlässiges SAHS-Screening in häuslichem Umfeld  
*Reliable SAHS-screening in home environment*

Schlafapnoe ist eine der häufigsten schlafassoziierten Erkrankungen. Sie ist gekennzeichnet durch nächtliche Atemaussetzereingehend mit einem erhöhten Risiko für das Herz- und Kreislaufsystem. In Deutschland leiden etwa 3 Mio. Menschen unter Schlafapnoe, ohne dass die Krankheit diagnostiziert ist oder gar eine Therapie erfolgt. Die Folge: Es werden lediglich die Symptome und Begleiterkrankungen behandelt, nicht aber die eigentliche Ursache – die Schlafapnoe selbst.

Wir forschen an der Entwicklung zuverlässiger Screeningverfahren zur einfachen und anwenderfreundlichen Erkennung von SAHS im häuslichen Umfeld. Auf Basis modellbasierter Spektralschätzer ist es gelungen, mit Hilfe nur eines einzigen Sensors – dem Pulsoximeter – SAHS sicher zu erkennen und in seiner Intensität auch im zeitlichen Verlauf zu beurteilen. Mit einer Sensitivität von 96% und einer Spezifität von 91% liegt die Qualität des Ergebnisses deutlich über vergleichbaren linearen Algorithmen.

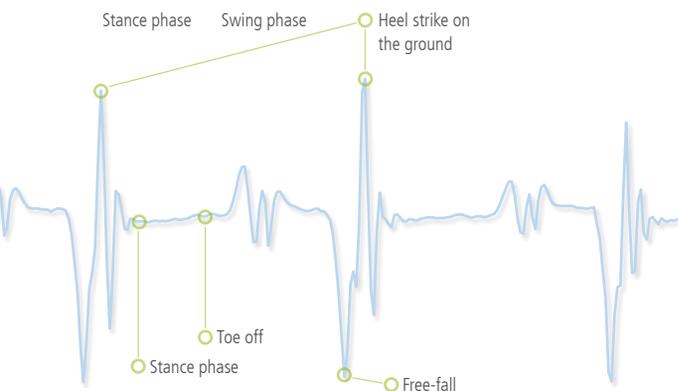
Neben SAHS liegt ein Fokus der signalanalytischen Forschungsarbeiten auf dem Langzeitmonitoring von COPD-Erkrankten. COPD ist eine fortschreitende, nicht heilbare Lungenerkrankung, an der in Deutschland etwa 4-10% der erwachsenen Bevölkerung leiden. Typische Symptome sind Atemnot und chronischer Husten mit Auswurf.

Durch Früherkennung von Krankheitsschüben und Unterstützung therapeutischer Maßnahmen tragen unsere Forschungsarbeiten zum Erhalt von Leistungsfähigkeit und Lebensqualität der COPD-Patienten bei. Die Motivation der Patienten zur Therapietreue wird durch ein aktives Feedbacksystem über Therapieverlauf und Erfolge, wie z. B. Verbesserung des körperlichen Leistungszustands, gestärkt.

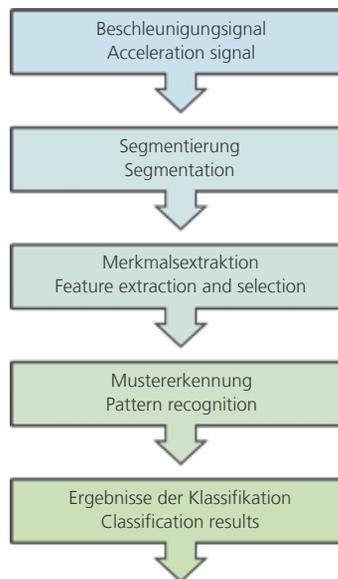
## Assessment of Human Movements

*The study of human locomotion is an interdisciplinary study that aims at describing, analyzing and classifying human body movements. There are a lot of applications in the field of human motion analysis. The research in the fields of biomechanics, medicine, sports and rehabilitation is done so as to determine the forces that are exerted on joints as well as determining other factors that affect posture or control motion. Such studies are crucial for the understanding of normal and pathological movement mechanics and for the diagnosis and treatment of patients with motor deficiency.*

The use of motion sensors in human body movement allows possible detection of the movement type, the walking style as well as the possibility of analyzing the forward movement and eventual estimation of accompanying energy expenditure.



Gehen: Schrittzzyklus, extrahiert aus einem Beschleunigungssignal  
Walking: Gait cycle extracted from acceleration signal



Bewegungsanalyse mit Hilfe von Beschleunigungssignalen  
Motion analysis using acceleration signals

Motion analysis may be done by attaching one or more sensor systems to the body. One may thus identify the various human motion phases and eventually determine parameters such as the length of the stride or even if the person is walking, running or going upstairs and downstairs.

It is also possible to estimate the energy consumed during specific physical activities. Unlike other methods, the calculation of energy consumption using acceleration signals is advantageous since it may be applied more flexibly, it is accurate and it is less expensive. Our models have been validated with the help of a portable spirometer for indirect calorimetry.

## Analyse menschlicher Bewegung

*Zur Analyse der menschlichen Fortbewegung gibt es verschiedene Ansätze, die die Bewegungen beschreiben, analysieren oder schätzen. Die Anwendungen der Bewegungsanalysen sind vielfältig. In den Bereichen Biomechanik, Medizin, Sport und Rehabilitation wird der Bewegungsapparat erforscht, um Kräfte und Momente zu bestimmen, die für Bewegung und Körperhaltung von Bedeutung sind. Diese Studien sind grundlegend für das Verständnis der Mechanik von normaler und pathologischer Bewegung sowie für die Behandlung von Patienten mit motorischen Defiziten.*

Mit Hilfe von Beschleunigungssensoren ist es möglich, die Art einer Bewegung zu erkennen, den Schrittzklus sowie die Vorwärtsbewegung zu analysieren und den Energieumsatz zu schätzen.

Mit einem oder mehreren am Körper getragenen Sensoren werden im Rahmen der Bewegungsanalyse zunächst die verschiedenen Phasen des menschlichen Gangs identifiziert, um dann bestimmte Parameter wie Schrittlänge oder Stand- und Schwingphasen zu betrachten. Die Schrittanalyse bewertet schließlich diese Parameter und beschreibt oder klassifiziert eine bestimmte Bewegungsart – Alltagsbewegungen wie Gehen, Rennen oder Treppensteigen können erkannt werden.

Weiterhin ist es möglich, mit denselben Sensordaten den Energieumsatz während einer körperlichen Aktivität zu schätzen. Im Vergleich mit anderen Methoden ist diese Art der Schätzung eine kostengünstige, genaue und flexible Alternative. Eine Validierung des Modells erfolgte mithilfe eines portablen Spirometrieerätes zur indirekten Kalorimetrie.



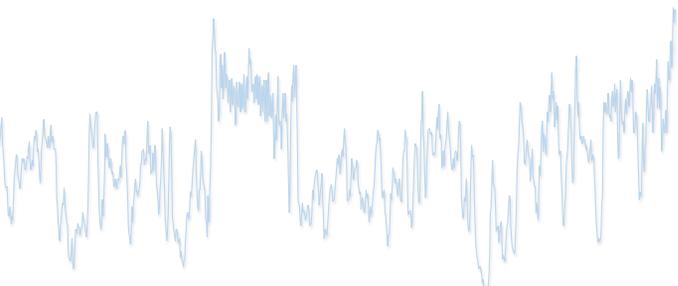
Referenzmessung beim Joggen  
*Reference measurement during jogging*



## Psycho-physiological Monitoring

*In today's age, one can find a growing trend of health related issues associated with stress. This is especially true when one looks at the interdependency between the physiologic and psychological parameters and how it correlates with widespread occurrence of chronic illnesses. These conditions, which are often quite common, highlight the importance of researching and studying this subject. In fact, more and more physiological measurements are being used for diagnosis and therapy in psychiatric field. We offer you a software package that includes a modular physiological measuring system. This is ideal for recording and evaluating reactions of the body in psycho-physiological studies.*

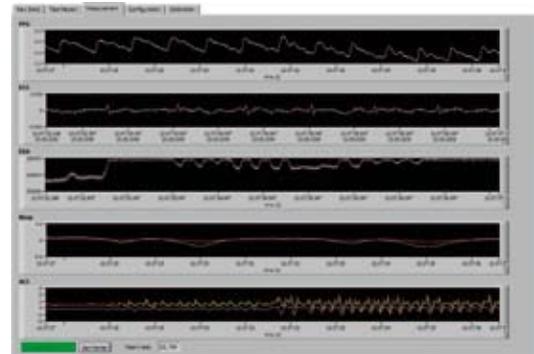
The lab measurement unit is a psycho-physiological recording system that has a modular design. Each module performs a different measurement function. For instance, ECG, heartbeats, breathing rate, skin impedance and physical activity are all independently recorded. This device collects up to eight signals concurrently, depending on the configuration settings.



Die Herzrate kann als Ausgangssignal für Stresserkennung dienen  
*The heart rate can be used as a basis for stress recognition*

A software package, which is used to operate the system and analyze the data has also been made available. It fits into varying study situations.

The recording software supports an online annotation of the measurements. Both the raw and the annotated information are in an open data format and may be used for further processing. You will find that the algorithms that are integrated into this system will not only calculate the number of heart beats and evaluate heart rate variability, but it also gathers things like pulse intensity and cardio-respiratory parameters. All of these are important for determining stress and emotional states of a person.



Aufzeichnungssoftware des Labormesssystems  
*Recording software of the laboratory measurement system*

## Psychophysiologisches Monitoring

*Das Zusammenspiel zwischen physiologischen und psychologischen Parametern gewinnt in der Betrachtung verbreiteter chronischer Erkrankungen zunehmend an Bedeutung. Die Vielzahl der durch Stress ausgelösten Erkrankungen und der Anstieg ihrer Häufigkeit unterstreichen die Bedeutung der Thematik. Auch im Bereich der psychischen Erkrankungen ist ein verstärkter Einsatz physiologischer Messungen in Diagnose und Therapie zu registrieren. Wir bieten Ihnen ein Softwarepaket inklusive einem modularen physiologischen Messsystem, das die ideale Basis für die Erfassung und Auswertung körperlicher Reaktionen in psychophysiologischen Untersuchungen bildet.*

Das Labormessgerät ist ein modular aufgebautes psychophysiologisches Erfassungssystem für den Forschungseinsatz, das verschiedene Module zur Erfassung von EKG, Blutpuls, Atmung, Hautleitwert und körperliche Aktivität bietet. Je nach Konfiguration können bis zu acht verschiedene Signale synchron erfasst werden. Zur Bedienung des Systems und zur Analyse der Daten wurde ein Softwarepaket erstellt, das sich flexibel an veränderte Studienanforderungen anpassen lässt.

Mit der Aufzeichnungssoftware lassen sich die Messdaten online annotieren. Sowohl die Rohdaten als auch die Annotationen stehen in einem offenen Datenformat zur Weiterverarbeitung zur Verfügung. Die integrierten Algorithmen berechnen neben Werten wie der Herzfrequenz und der Herzratenvariabilität auch die Pulstransitzeit und weitere kardiorespiratorische Parameter. Mit diesen Daten und den aufgenommenen Signalen können weitere Parameter errechnet werden, die z. B. für die Ermittlung von Stress oder Emotionen von Bedeutung sind.



Labormesssystem zum psychophysiologischem Monitoring  
*Laboratory measurement system for psycho-physiological monitoring*



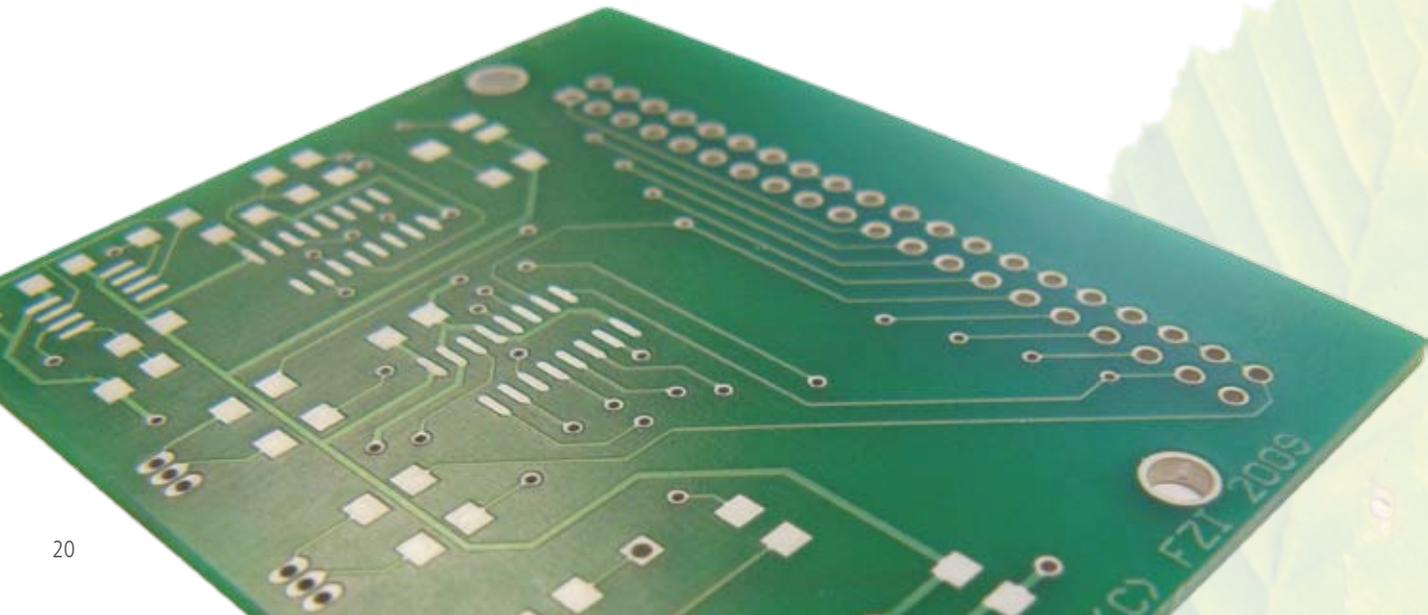
## Expertise: Mobile Sensor Technologies

### Mobile Sensor Technology – Facilitating Continuous and Convenient Health Monitoring

*The continual monitoring of vital parameters with medical micro-sensors leads to considerable improvements in prevention and therapy control. The long-term monitoring of high-risk patients through intelligent, wearable monitoring systems also becomes increasingly important. We develop hardware and software for innovative mobile sensors which support health monitoring.*

Our capabilities range from the first investigation of new measuring principles and the development of innovative, wearable sensor concepts via support of hardware and software development during transfer to marketable products to development of certified OEM components.

A special emphasis is placed on the development of mobile, wearable sensors: here, methods for the identification and suppression of movement artifacts and for the evaluation of readings in the context of movement are primarily researched. But we also render competent support for the realization of technical requirements such as miniaturization and optimization of power consumption and system resources.



### Mobile Sensorik – für eine kontinuierliche, belastungsfreie Überwachung des Gesundheitszustands

*Die kontinuierliche Überwachung von Vitalparametern mit mikromedizinischen Sensoren führt zu erheblichen Verbesserungen in Prävention und Therapiesteuerung. Auch das Langzeitmonitoring von Risikopatienten durch intelligente tragbare Überwachungssysteme gewinnt zunehmend an Bedeutung. Wir entwickeln Hard- und Software für innovative mobile Sensorik, die eine belastungsfreie kontinuierliche Überwachung des Gesundheitszustands unterstützen.*

Unsere Kompetenzen reichen dabei von der ersten Untersuchung neuer Messprinzipien und der Entwicklung innovativer, am Körper tragbarer Sensorkonzepte über die Unterstützung der Hard- und Software-Entwicklung bei der Überführung in marktfähige Produkte bis hin zur Entwicklung zertifizierter OEM-Komponenten.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung mobiler, am Körper tragbarer Sensoren: Hierbei werden vor allem Methoden zur Erkennung und Unterdrückung von Bewegungsartefakten und zur Bewertung von Messwerten im Bewegungskontext erforscht. Aber auch zur Erfüllung technischer Anforderungen wie Miniaturisierung und Optimierung von Stromverbrauch und Systemressourcen leisten wir kompetente Unterstützung.



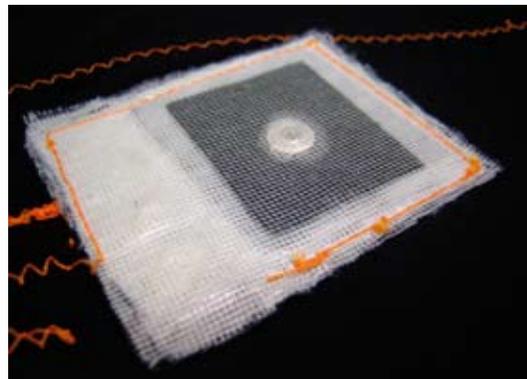
## Contactless ECG Measurement

*Electrocardiography is one of the most important diagnostic procedures not only in traditional fields of medicine, but also increasingly in the field of personal healthcare. The conventional recording techniques that are based on the use of adhesive electrodes come with some degree of limitation. Consequently, current research focuses on dry electrode systems. We are actually developing a special kind of dry electrodes that even work without any direct skin contact – contact-free, capacitive electrodes.*

Most commercial ECG systems are not suitable for the day-to-day use in a household setting. They are usually rather complex and they may not be applied without constant assistance from a medical officer who has to ensure that the electrodes sit precisely or even that the skin contact area is adequately prepared. Moreover, the usually employed Ag/AgCl electrodes are not suited for long-term monitoring applications.

As a solution to this problem, we are in the process of developing ECG systems that use electrodes that do not have to make any direct contact with the skin. We use capacitive electrodes which are equipped with today's sensor technology. These allow ECG signals to be recorded even through layers of clothing.

This new development opens up new application possibilities even in the household and actually in the Ambient Assisted Living setting since these capacitive electrodes can easily be integrated into articles that we use every day. The ECG signal may be recorded without the usual leads, not causing any further restriction to the patient. One tangible example of our research is an ECG-chair as well as an ECG-shirt that accomplishes the task of recording ECG signals without having to make any direct contact with the skin.



Textile Kapazitive EKG-Elektrode  
Textile capacitive ECG electrode



Kapazitiv abgeleitetes EKG-Signal  
Capacitively acquired ECG signal

## Berührungslose EKG-Messung

*Die Elektrokardiographie ist eines der wichtigsten diagnostischen Verfahren, nicht nur in traditionellen Bereichen der Medizin, sondern zunehmend auch im Bereich Personal Healthcare. Die herkömmliche Ableittechnik mit Klebeelektroden ist für diesen Zweck nur bedingt geeignet, zunehmend werden Systeme mit Trockenelektroden erprobt. Eine spezielle Form von Trockenelektroden, die sogar ohne Hautkontakt auskommen, wird von uns entwickelt: berührungslose, kapazitive Elektroden.*

Die meisten kommerziellen EKG-Systeme sind für die häusliche Anwendung durch Laien nicht geeignet. Sie sind oft kompliziert und erfordern die Unterstützung durch medizinisches Personal, das beispielsweise die Elektroden richtig platziert oder die Haut für die Aufnahme vorbereitet. Die verwendeten Klebeelektroden auf Ag/AgCl-Basis sind zudem für Langzeitanwendungen ungeeignet.

Als Alternative hierfür entwickeln und untersuchen wir EKG-Systeme mit Elektroden, die ohne direkten Hautkontakt auskommen. Diese berührungslosen, kapazitiven Elektroden sind mit aktueller Sensortechnologie ausgestattet und erlauben es sogar, ein EKG-Signal durch Kleidung hindurch aufzuzeichnen.

Dies bietet auch im häuslichen Umfeld bzw. in Ambient-Assisted-Living-Szenarien völlig neue Anwendungsmöglichkeiten: Kapazitive Elektroden lassen sich in Alltagsgegenstände integrieren und können kabellos ein EKG ableiten, ohne den Patienten einzuschränken. Erste Anwendungsbeispiele sind ein EKG-Stuhl sowie ein EKG-Shirt, das nicht unmittelbar auf der Haut getragen werden muss.



Kontaktlose EKG-Sensoren integriert in eine Rückenlehne  
Contactless ECG-sensors in back rest of a chair



# Expertise: Mobile Sensor Technologies

## Wearable Inertial Sensor System

*A person's state of health and their personal physical activity are directly related in several different ways. Often, to stay physically and physiologically fit, maintaining a healthy lifestyle through exercise is of utmost importance. From an early age, children need a significant amount of physical activity for proper cognitive development, which ultimately aids in sickness prevention. With the use of new age mobile sensors, therapists and trainers are now able to record and monitor their patient's body activity during the day, such things as movement behavior and energy consumption for evaluation and diagnosis.*

To meet the demand for this growing field of mobile monitoring, we have developed a mobile sensor system that meets all the requirements to record a patient's physical activity in a household setting. The sensor uses a tri-axial electromechanical acceleration sensor for movement monitoring and also includes flash memory to instantly store recorded data. Once the information has been saved onto the memory card it can be downloaded from the device using a standard USB-port and cable. The software that is included with the device can be used to make sensor adjustments so as to fit any given application.



Dreiaxiales Beschleunigungssignal in Ruhe und beim Laufen  
*Tri-axial acceleration signal at rest and while running*

These sensors help to eliminate the need to continuously have the user provide a self-analysis, which can be painstakingly cumbersome and possibly inaccurate because of false assessment and instead simply acquires the raw information for accurate evaluation. This gives health professionals a far more reliable and precise picture of their patient's overall wellbeing. This is especially beneficial for high-risk individuals that require constant care but cannot afford round-the-clock evaluation in a hospital.

## Sensor zur Messung der körperlichen Aktivität

*Bewegung und Gesundheit hängen in vielfältiger Weise miteinander zusammen. Für die Erhaltung der körperlichen und geistigen Fitness und Gesundheit ist ein gewisses Maß an körperlicher Aktivität erforderlich. Schon im frühen Kindesalter ist ausreichend Bewegung für die Ausbildung von kognitiven Prozessen notwendig und hilft Erkrankungen wie z. B. Adipositas vorzubeugen. Mittels mobiler Sensoren zur Erfassung der körperlichen Aktivität kann das Bewegungsverhalten und der daraus resultierende Energieverbrauch erfasst und dem Patienten zur Unterstützung von Bewegungs- und Therapieprogrammen zurückgemeldet werden.*



Beschleunigungssensor mit Zubehör  
*Acceleration sensor and accessories*

Die Beobachtung körperlicher Aktivitäten ist für den Therapieverlauf vieler Krankheiten eine wichtige Hilfe, ebenso kann darüber der persönliche Fitnesszustand gemessen werden. Bei der mobilen Überwachung von Vitalparametern von

Risikopatienten in deren häuslicher Umgebung erfährt man über das Bewegungsmonitoring wichtige Kontextinformationen für die Befundung, da insbesondere Blutdruck und EKG stark von der körperlichen Belastung abhängen.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde für die Erfassung der körperlichen Aktivität im Alltag ein mobiles Sensorsystem entwickelt. Der Sensor besitzt neben einem dreiachsigen mikro-elektromechanischen Beschleunigungssensor und einem Höhenmesser noch einen Flash-Speicher, um die Daten direkt aufzeichnen zu können. Die Daten können über eine USB-Schnittstelle aus dem Sensor ausgelesen werden, die dafür eingesetzte Software erlaubt darüber hinaus die Konfiguration des Sensors für spezifische Messungen.



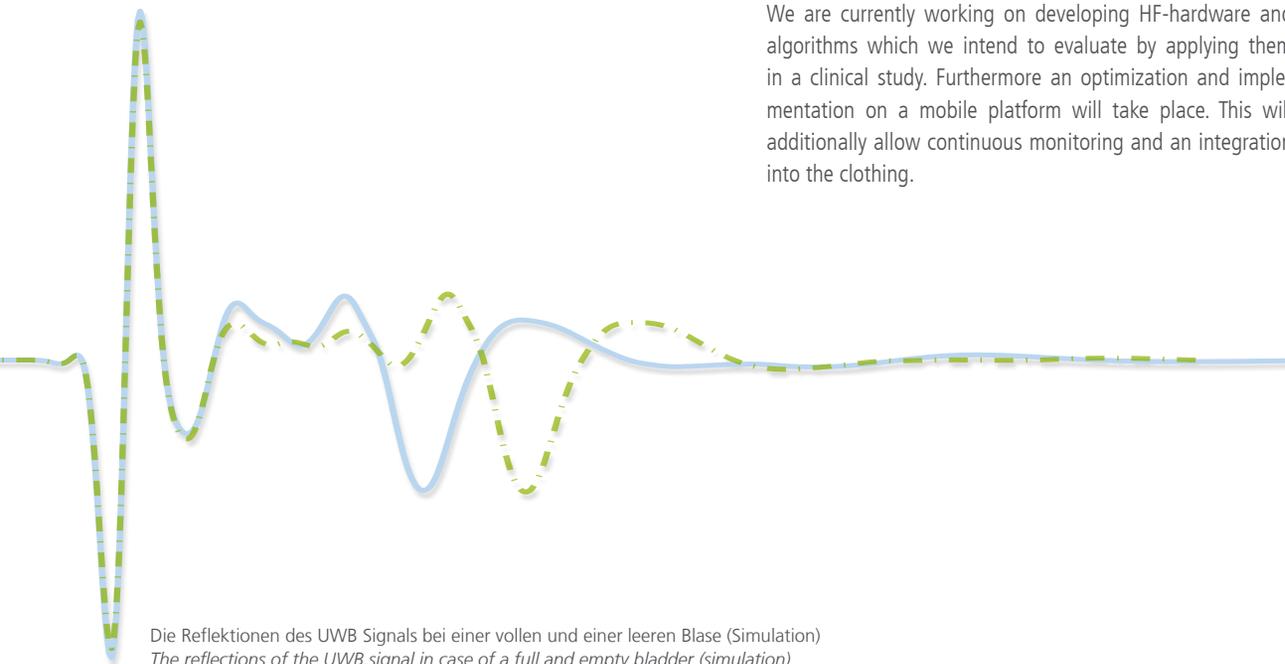
Messung der körperlichen Aktivität an der Hüfte  
*Measurement of body movement at the hip*

## Continuous Detection of Water Accumulation in the Body

*The detection of water accumulation in various parts of the body such as the lungs, the stomach or the bladder can up to today only be done using complex processes which may only be done in a medical facility. Being able to continuously detect the water levels is of utmost importance especially for patients that have cardiac insufficiency, pulmonary oedema or cases where one cannot actively control the bladder filling. We develop methods that apply ultra wideband sensors in the quantification of the water levels.*

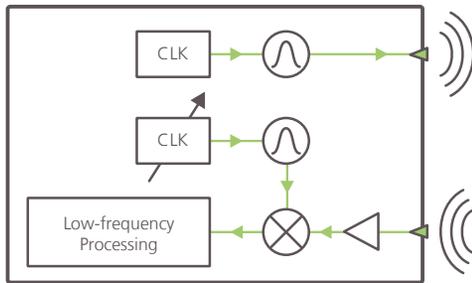
One of the unique characteristics of ultra wideband signals is their large bandwidth. This technology may therefore be outstandingly used for radar and imaging applications also concerning biological tissue. The system is based on the emission of UWB pulses, which are reflected at the boundary layers between tissues with different permittivities such as skin, fat, muscle, bone, etc. The penetration depth and the reflection characteristics are very dependent on water concentration levels. These reflections are collected and automatically analyzed to eventually determine the amount of water in the body.

We are currently working on developing HF-hardware and algorithms which we intend to evaluate by applying them in a clinical study. Furthermore an optimization and implementation on a mobile platform will take place. This will additionally allow continuous monitoring and an integration into the clothing.



## Kontinuierliche Detektion von Wasseransammlungen im Körper

*Die quantitative Bestimmung der Wassermenge in Lunge, Magen oder Blase ist bislang nur mit aufwändigen Verfahren und deshalb nur in medizinischen Einrichtungen möglich. Eine kontinuierliche Erfassung der Wassermenge ist jedoch von großer Bedeutung für Menschen mit Herzinsuffizienz, Lungenödem oder wenn die Blasenfüllung nicht mehr willkürlich kontrolliert werden kann. Unsere innovative Methode führt Ultrabreitband-Sensoren zur Messung der Wassermenge ein.*

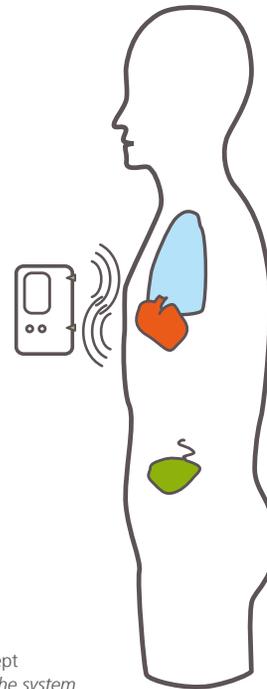


Aufbau des Detektors  
Block diagram of the detector

Eines der Merkmale von Ultrabreitband-Signalen ist ihre große spektrale Bandbreite, weshalb sich diese Technologie hervorragend für Radar- und Abbildungsanwendungen auch in Bezug auf biologisches Gewebe eignet. Das System basiert auf dem Aussenden von UWB-Pulsen, die an den Grenzschichten zwischen Gewebearten mit unterschiedlichen Permittivitäten, wie z. B. Haut, Fett, Muskel oder Knochen, reflektiert werden. Wir nutzen dabei aus, dass Eindringtiefe und Reflexionseigenschaften der UWB-Pulse sehr stark von der vorhandenen

Wasserkonzentration abhängen. Diese Reflektionen werden erfasst und automatisch analysiert, um eine Aussage über die Wassermenge treffen zu können.

Derzeit befinden sich HF-Hardware und Algorithmen in der Entwicklung und sollen anschließend im Rahmen einer klinischen Studie evaluiert werden. Danach sind eine Optimierung, die Portierung auf eine mobile Plattform, welche eine kontinuierliche Überwachung ermöglicht, sowie die Integration in Kleidung geplant.



Systemkonzept  
Concept of the system



## Active Artifact Suppression in Long-term ECG Monitoring

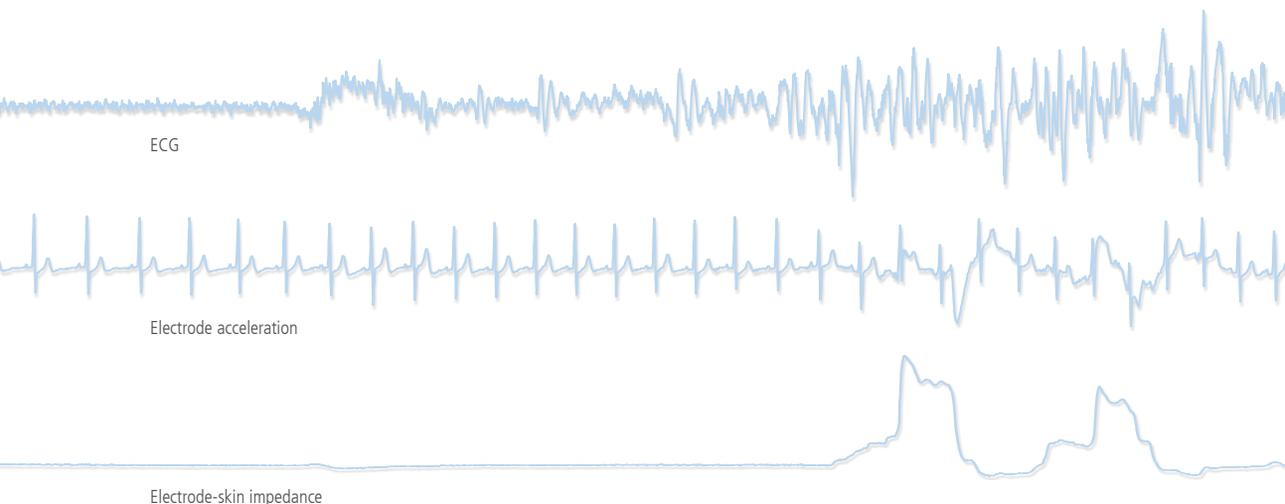
*For the evaluation of the status of the patient with cardiovascular diseases, the electrocardiogram is one of the most important vital sign parameters. The recording of vital sign data in a clinical environment is undertaken under standardized conditions. In the environment of the home, the dealing with movement artifacts in the ECG signal presents a particular challenge, especially for continuous mobile monitoring.*

For a continuous ECG measurement, a (fully) automatic online evaluation of accumulating data is desirable. For the avoidance of incorrect analysis results and false alarms, the most dependable ECG signal possible is required. Because movement artifacts lie on the same frequency band as ECG

signals and exhibit a similar morphology, a simple filtration of these interferences is not possible.

One method for the identification of and compensation for movement artifacts is the measurement of additional parameters which correlate to the artifacts. For this, additional signals such as electrode acceleration and electrode-skin impedance are measured. Thus conclusions can be made concerning the signal quality during acquisition that can increase the ECG analysis results.

The mobile ECG monitoring device which is developed by us has integrated all necessary sensors for the acquisition of the correlated signals. The used algorithms are real-time compliant and efficiently applicable on microcontrollers.



Gestörtes EKG und korrespondierende Kontextsignale  
Disturbed ECG and corresponding context signals

## Aktive Artefaktunterdrückung im Langzeit-EKG-Monitoring

Zur Beurteilung des Patientenstatus bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist das Elektrokardiogramm einer der wichtigsten Parameter. In einer klinischen Umgebung wird die Vitaldatenerfassung unter standardisierten Bedingungen vorgenommen. Im häuslichen Umfeld und insbesondere bei dauerhaftem mobilen (Tele-)Monitoring stellt jedoch der Umgang mit Bewegungsartefakten im EKG-Signal eine der wesentlichen Herausforderungen dar.



EKG-Aufnahmesystem mit aktiver Artefaktunterdrückung  
ECG recording system with active artifact suppression

Bei einer dauerhaften EKG-Messung ist eine automatische Online-Auswertung der anfallenden Daten wünschenswert. Um falsche Analyseergebnisse und Fehlalarme zu vermeiden, wird ein möglichst verlässliches EKG-Signal benötigt. Da Bewegungsartefakte im gleichen Frequenzband wie EKG-Signale liegen und zudem eine ähnliche Morphologie wie EKG-Ereignisse aufweisen, ist eine einfache Filterung dieser Störungen nicht durchführbar.

Mit der Messung von zusätzlichen, mit den Artefakten korrelierenden Signalen wird die Erkennung und Kompen-



Geteilte Elektrode zur Messung der Elektrode-Haut-Impedanz  
Separated electrode for electrode-skin impedance measurement

sation von Bewegungsartefakten vereinfacht. Geeignete Signale sind z. B. die Elektrodenbeschleunigung oder die Elektroden-Haut-Impedanz. Auf diese Weise können während der EKG-Aufzeichnung Rückschlüsse auf die Signalqualität gezogen werden, von denen die anschließende EKG-Analyse profitieren kann.

In dem von uns entwickelten mobilen EKG-Monitoringsystem ist die benötigte Sensorik zur Erfassung der korrelierten Parameter integriert. Die verwendeten Algorithmen sind online-fähig und lassen sich effizient auf Mobilprozessoren ausführen.



# Expertise: Telematics and E-Health

## Monitoring the State of Health – Anytime and Anywhere

*Telemedical diagnosis and care processes have considerable potential for improving the medical care quality and cost reduction in healthcare systems. Telematic systems play a central role in achieving this. We are proficient in all important technologies that are crucial for ambient assisted living and e-health applications such as data transmission over local radio networks, safe access to internet-based patient records or process support through mobile information devices.*

We have many years of experience in the AAL and e-health based research and development projects and we also have access to a broad network of cooperation partners. Some of the areas in which we have implemented solutions for our associates are:

- Ad-hoc radio technologies e. g. Bluetooth
- Mesh sensor networks e. g. ZigBee
- Applications with mobile information devices e. g. Symbian or Windows Mobile smartphones
- TV-based system applications
- Databases and health data synchronization mechanisms
- Identification and self-configuration using RFID or NFC
- Localization technologies such as GPS or WLAN
- Cross-system communication mechanisms e. g. Web-Services
- Electronic documentation technologies e. g. Digital Pen
- Continuous security concepts
- Personal assistance systems e. g. reminders, process support in nursing, behavior monitoring

## Gesundheitsmonitoring – kontinuierlich und mobil

*Die telemedizinische Unterstützung von Diagnose- und Behandlungsprozessen birgt ein großes Potential zur Verbesserung der medizinischen Versorgung und zur Kosteneinsparung im Gesundheitswesen. Dabei spielen Telematiksysteme eine zentrale Rolle. Ob Datenübertragung in lokalen Funknetzwerken, sicherer Zugriff auf internetbasierte Patientenakten oder Prozessunterstützung durch mobile Informationsgeräte: Wir beherrschen alle wichtigen Technologien für Ambient-Assisted-Living- und E-Health-Anwendungen.*

Für die Entwicklung von AAL- und E-Health-Anwendungen können wir auf langjährige Erfahrungen aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten sowie ein breites Kooperationsnetzwerk zurückgreifen. Wir haben für und mit unseren Partnern bereits zahlreiche Lösungen realisiert, unter anderem in den Bereichen:

- Ad-hoc Funktechnologien (z. B. Bluetooth)
- Mesh-Sensornetzwerke (z. B. ZigBee)
- Anwendungen für mobile Informationsgeräte (z. B. Smartphones mit Symbian oder Windows Mobile Betriebssystemen)
- Anwendungen für TV-basierte Systeme
- Datenbanken und Synchronisationsmechanismen für Gesundheitsdaten
- Identifikation und Selbstkonfiguration (z. B. RFID oder NFC)
- Lokalisierungstechnologien (z. B. GPS oder WLAN)
- Systemübergreifende Kommunikationsmechanismen (z. B. Web-Services)
- Elektronische Dokumentationstechnologien (z. B. digitaler Stift)
- Durchgängige Sicherheitsmechanismen
- Personalisierte Assistenzsysteme (z. B. Erinnerungsfunktionen, Prozessunterstützung in der Pflege, Verhaltensmonitoring)



# Expertise: Telematics and E-Health

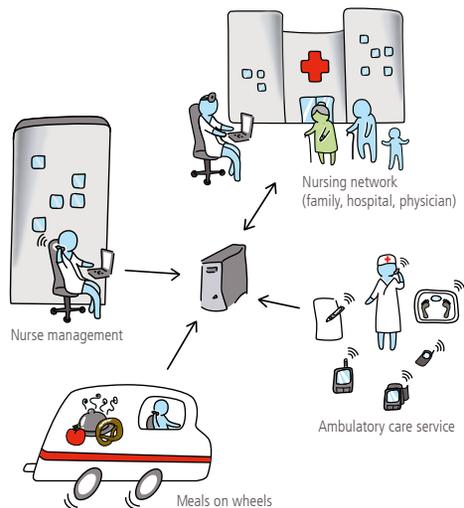
## Mobile Information Services and Communication Systems in Elderly Care Environments

*As a consequence of demographic development, increased work-place mobility as well as changed family and household structures, our health system has to meet big challenges. There is a limited number of nursing staff available for an increasing number of people who are in need of care and also nursing services given by family members represent more and more a big burden. A mobile networked application support for the field of work of nursing professionals and family caregivers is therefore both necessary and reasonable.*

A shortage of nursing staff and overloaded family caregivers result in a quality loss of nursing services. By means of an extensive investigation of general technical and commercial conditions as well as of the shaping of the whole nursing network, its participants and its process flow, we are analyzing areas which present optimizing or supporting potentials. The involvement of the end-users in our research and development process is not only a very valuable source of information about the context of use, but also improves the acceptance and engagement rates.

It is necessary that the nursing staff, the family doctor, the patient and his family members exchange information if the nursing care is to run smoothly. Our core research work aims at creating software components that allow exchange of information, easy interaction with mobile and web based systems, access to healthcare products via local wireless networks, integration of the context data in electronic nursing records as well as the planning and documentation of the nursing process.

The use of vital signs monitors together with a mobile terminal with integrated camera makes possible that vital signs values and injury pictures can automatically be stored in an electronic health record. A digital pen can be used to capture the nursing documentation when staying with the patient and giving at the same time access to this information to all parties involved in the care process. Due to the automatic on site registering of context information (e.g. patient's and nurse's identification by RFID tags) and data integration in mobile IT systems, the interactions with the system are reduced to a minimum and communication and secure information exchange in the healthcare network are guaranteed.



Plattform für sicheren Informationsaustausch im Pflegenetzwerk  
ICT platform for the safe application of mobile  
information services in ambulatory care nursing

## Mobile Informationsdienste und Kommunikationssysteme zur Pflegeunterstützung

*Als Folge der demographischen Entwicklung, der erhöhten Arbeitsplatzmobilität sowie der veränderten Familien- und Haushaltsstrukturen steht das Gesundheitssystem vor großen Herausforderungen. Einer wachsenden Anzahl pflegebedürftiger Menschen steht nur ein begrenztes Angebot an Pflegefachkräften zur Verfügung, außerdem stellt die Pflegetätigkeit auch für pflegende Angehörige immer mehr eine große Belastung dar. Eine Unterstützung durch mobile vernetzte Anwendungen in den Tätigkeitsfeldern der Pflegedienste und der pflegenden Angehörigen ist somit notwendig und sinnvoll.*

Der Engpass an Pflegefachpersonal und die hohe Belastung der Angehörigen führt zu einem Qualitätsverlust in der Pflege. Mittels umfassender Untersuchungen der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie der Modellierung des gesamten Pflegenetzwerkes, seiner Beteiligten und seiner Abläufe analysieren wir die Bereiche, in denen es Optimierungs- oder Unterstützungspotenzial gibt. Die Einbindung der Endanwender in unsere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ist nicht nur eine wertvolle Wissensquelle über den Nutzungskontext, sondern steigert darüber hinaus auch die Akzeptanz und das Engagement.

Zur Alten- und Krankenpflege ist es notwendig, dass die Pflegemitarbeiter, der Hausarzt, der Patient und dessen Angehörige Informationen austauschen. Im Zentrum unserer Forschungsarbeiten steht die Entwicklung von Softwarekomponenten für den Informationsaustausch, die einfache Interaktion mit mobilen und webbasierten Systemen, der

Zugriff auf medizinische Geräte über lokale Funknetzwerke, die Einbindung der Kontextdaten in eine elektronische Pflegeakte sowie die Planung und Dokumentation der Pflege.

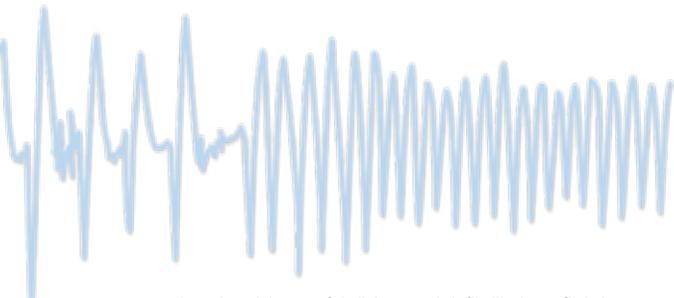
Der Einsatz drahtloser Vitalsensoren zusammen mit einem mobilen Endgerät mit integrierter Kamera ermöglicht es, dass z. B. Vitalwerte und Wundfotos automatisch in einer digitalen Pflegeakte gespeichert werden können. Mit Hilfe eines digitalen Stiftes kann die Pflegedokumentation beim Patienten erfasst und somit gleichzeitig allen Personen, die an der Pflege beteiligt sind, zugänglich gemacht werden. Durch die automatische Registrierung von Kontextinformationen vor Ort (z. B. Identifikation der Patienten und Mitarbeiter mittels RFID-Tags) und die Datenintegration in das mobile IT-System werden die Interaktionen mit dem System auf das Notwendigste begrenzt und die Kommunikation und der sichere Informationsaustausch im Pflegenetz gewährleistet.



Tourenplan und Leistungserfassung auf einem Smartphone  
*Smartphone application for ambulatory nurses*

### Permanent Wearable External Heart Defibrillator with Telemonitoring Interface

*One of the most common causes of death in Germany is sudden cardiac death. It is typically accompanied by ventricular fibrillation and ventricular flutter. One of the best ways to handle this situation would be to apply a defibrillation at once and immediately provide medical treatment. A textile integrated autonomous defibrillator system that has a locating device, which is also connected to a telemedical service center, would offer the best therapy to such patients.*



Beginn eines lebensgefährlichen und defibrillationspflichtigen Kammerflatters  
*Start of a perilous and shockable ventricular fibrillation*

The M $\mu$ GUARD research project, which is being undertaken in cooperation with our project partners aims at developing a textile integrated sensor/actor system. This system will be connected to a medical service centre using a telemetric connection. Since monitoring will be done 24/7, it will be possible to identify any pathological changes early. The doctor in charge would therefore have a chance to administer some form of therapy. This system will even recognize a sudden

cardiac death occurrence and go on to apply the autonomous defibrillation. The current GPS location and all the relevant pre-annotated ECG sequences will therewith be sent to a telemedical service centre, where medical trained personal takes up the case from there.

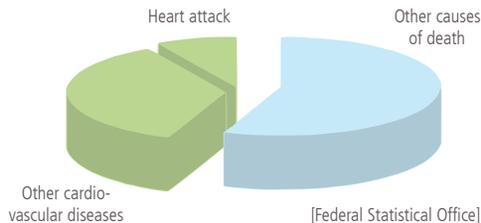
A WAN connection makes communication between the defibrillator and the telemedical service center possible. Everything will be run on a standard ISO/IEEE 11073 medical device profile, so that the system easily can be integrated in different managed care infrastructures.



Prototyp des tragbaren Defibrillators  
*Prototype of the wearable defibrillator*

## Autonomer textilintegrierter Defibrillator mit Telemonitoring-Schnittstelle

*Zu den häufigsten Todesursachen in Deutschland zählt der plötzliche Herztod, der üblicherweise mit Kammerflimmern bzw. -flattern einhergeht. Die einzig wirksame Therapie ist eine sofortige Defibrillation in Verbindung mit einer schnellen medizinischen Versorgung. Ein textilintegrierter autonomer Defibrillator mit Ortungseinrichtung und Anbindung an ein telemedizinisches Service-Center kann Risikopatienten eine optimale Therapie ermöglichen.*



Herz-Kreislauf-Erkrankungen: häufigste Todesursache in Deutschland  
*Cardiovascular diseases: most frequently cause of death in Germany*

Im Rahmen des Forschungsprojektes M $\mu$ GUARD wird in Zusammenarbeit mit unseren Projektpartnern ein textilintegriertes Sensor-/Aktorsystem mit telemetrischer Anbindung an ein medizinisches Service-Center entwickelt. Durch die 24/7-Überwachung können frühzeitig pathologische Veränderungen an das Service-Center und den behandelnden Arzt übertragen werden, um eine mögliche Therapie einzuleiten. Im Ernstfall erkennt das System den drohenden plötzlichen Herztod und führt über den integrierten Defibrillator eine

autonome Defibrillation durch. Die aktuellen GPS-Koordinaten samt relevanten vorannotierten EKG-Sequenzen werden umgehend an das telemedizinische Service-Center übertragen, dort leitet medizinisch ausgebildetes Personal weitere Schritte ein.

Die Kommunikation zwischen Defibrillator und telemedizinischem Service-Center erfolgt über eine WAN-Schnittstelle und soll auf den Medizingeräte-Standard ISO/IEEE 11073 aufsetzen. Hierdurch wird eine einfache Integration in verschiedene Managed-Care-Infrastrukturen möglich.



Textilintegriertes Tragesystem zur EKG-Ableitung  
*Textile integrated wearing system for ECG acquisition*



## IT-Unterstützung in Katastrophen-Szenarien

*Vor dem Hintergrund terroristischer Bedrohungen, zunehmender Wetterextreme und nach wie vor nicht verhinderbarer technischer Unglücke (Großbrände, Zugunfälle u. ä.) sind mögliche Katastrophen und deren Auswirkungen in den Fokus des gesellschaftlichen Interesses gerückt. Die Beherrschung solcher Großereignisse stellt eine enorme Herausforderung für das Rettungswesen und den Katastrophenschutz dar. Wir untersuchen, wie sich Rettungsprozesse durch mobile Informationstechnologie unterstützen lassen.*

Die betrachteten Szenarien sind Schadensereignisse mit einer Vielzahl von verletzten, erkrankten und betroffenen Personen – man spricht von einem Massenanfall von Verletzten (MANV). Bis heute existieren größtenteils nur sehr einfache technische Hilfsmittel zur logistischen Unterstützung des Managements solcher Ereignisse. Durch den Einsatz von selbstkonfigurierenden, drahtlosen Sensornetzen können dagegen an der Einsatzstelle verteilt anfallende Informationen in Echtzeit verarbeitet und genutzt werden.

An Stelle der heute gängigen Verletztenanhängerkarten entwickeln wir Patientensensorknoten als elektronische Triage-Tags. Über ein Sensornetzwerk können Prozessinformationen wie z. B. die Sichtungskategorie oder Informationen zum Patienten (Vitalparameter, Bewegungsstatus) übermittelt werden, ohne dass weitere Infrastruktur benötigt wird. Wichtige Informationen werden im Knoten gespeichert und können auch ohne Netzwerk (z. B. im Krankenhaus) abgerufen werden. Über eine spezielle Komponente des Sensornetzwerks wird auch die Lokalisierung von Patienten und Einsatzkräften

ermöglicht. Die Einsatzkräfte benutzen mobile Endgeräte zur Interaktion mit den Patientenknoten, mit Hilfe von RFID-Technik kann dafür ein autonomes Ad-Hoc-Netzwerk ohne umständliche Konfiguration aufgebaut werden.

Für die Unterstützung der Führungskräfte können die so erfassten Informationen an ein zentrales Informationssystem zur Datenaggregation, Analyse und Visualisierung von Lageinformationen übermittelt werden. Dieses wird in Echtzeit alle über das energieeffiziente ZigBee-Mesh-Netzwerk verfügbaren Informationen verarbeiten und für Dokumentationszwecke speichern, ohne dass weitere Infrastruktur notwendig ist.



Retterkräfte erproben die neue Technologie bei der Triage (Übung)  
*Paramedics triage a patient during an emergency exercise where the new technology is tested*

## Platform for Ambulatory Assessment

*In the last couple of years, systems built to telemedically perform out-patient assessment of persons with mental disorders have been gaining momentum and becoming increasingly more popular to use. Recently, a number of new mobile devices have been augmented to support vital patient parameters and behavioral recording tools.*

These gadgets have been equipped with the software to record information from patients and have that information transmitted wirelessly over short and long distance networks and stored in a central service station. These systems not only help to gather disease-related parameters, but are also particularly important for tracking the patient's behavior. This has proven to be very effective for caring for the chronically ill. So far, the first such systems have already successfully integrated themselves into a niche in the medical market.



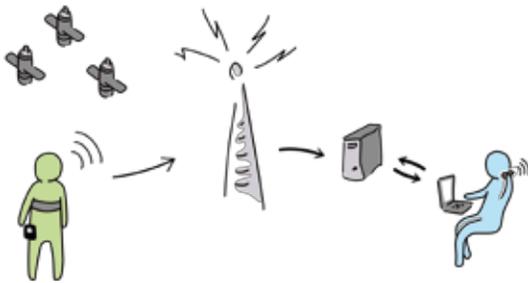
Kartenbasierte Studienauswertung  
Map-based study analysis

Our out-patient assessment platform has a server-based system that makes the formulation of the subject's feelings possible by using a form that is either entered on the smart-phone or manually done online. This central system offers the possibility of collecting, storing and analyzing all study related data. This system is also outfitted with an easy-to-use interface where the vital sensors are attached for ubiquitous comprehension. The patient's movement behavior may be tracked using a GPS-based system and eventually a comprehensive comparison can be made between the actual location and the location that the patient provides.

This platform is currently being applied in a number of studies. To be accepted as a safe and accurate recording device for the daily routines of the mentally ill, certain requirements have been met so that the device can be lawfully used on patients. Our external partners stand to benefit not only from the provision of the technical components and from the entire system, but also in the services we render in the conception and the implementation of studies phases.

## Plattform für ambulantes Assessment

*Der Einsatz telemedizinischer Systeme im Bereich von psychischen Erkrankungen hat unter der Bezeichnung ambulantes Assessment zunehmend an Bedeutung gewonnen. Neben der Erfassung von krankheitsbezogenen Parametern ist bezüglich Diagnose und Therapie psychischer Krankheiten die Erfassung des Patientenverhaltens besonders relevant.*



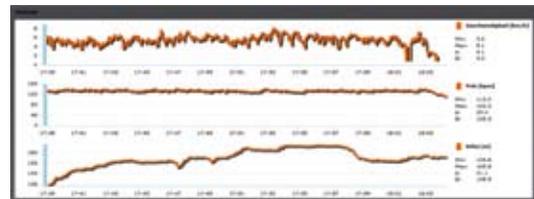
Gesamtsystem für ambulantes Assessment  
*Complete overview of the ambulatory assessment system*

Die mobile Erfassung von Vitalparametern sowie die Übertragung der Daten über Funkstrecken im Nah- und Fernbereich und die zentrale Speicherung in einem Service-Center hat sich in den letzten Jahren im Rahmen der telemedizinischen Betreuung von chronisch kranken Patienten als effiziente Möglichkeit erwiesen. Erste Systeme haben sich mittlerweile auf dem Markt etabliert.

Die Betreuung von Patienten mit psychischen Erkrankungen stellt neue Anforderungen an solche Systeme, da die zusätzliche Erfassung und Bewertung des Verhaltens der Personen in ihrer täglichen Umgebung wichtige Hinweise für eine Beurteilung des Krankheitsverlaufs zulässt.

Mit der von uns entwickelten Plattform für ambulantes Assessment steht ein serverbasiertes System zur Verfügung, das die Erfassung subjektiver Empfindungen über Fragebögen auf einem Smartphone oder internetbasiert ermöglicht. Dieses zentrale System bietet die Möglichkeit der Sammlung, Speicherung und Analyse aller studienrelevanten Daten. Es bietet Schnittstellen zu mobilen Geräten, über die Vitalsensoren an das System angekoppelt werden. Das Bewegungsverhalten der Patienten kann zudem über ein GPS-basiertes System erfasst und mit vorgegebenen Zielen verglichen werden.

Die beschriebene Plattform wird in zahlreichen eigenen Studien eingesetzt. Für externe Partner bieten wir neben der Bereitstellung der technischen Komponenten oder des Gesamtsystems auch Dienstleistungen im Bereich der Konzeption und der Durchführung von Studien. Diese Arbeiten werden in einem interdisziplinären Team aus Ingenieuren, Sportwissenschaftlern und Psychologen gemeinsam umgesetzt.



Visualisierung studienrelevanter Daten über Webanwendung  
*Online visualization of data which is relevant to the study*



## Expertise: Telematics and E-Health

### TV-based Healthcare Services and Interaction Systems

*The key factors for the acceptance and effectiveness of our interactive e-health systems lie in the efficient capturing and formalization of user requirements, use case modeling, as well as acceptance studies. Products based on new technologies that are meant to be used by the elderly are initially embraced with a certain degree of reservation. However, a television is a familiar device to most users and can serve as a communication interface system in e-health applications.*

Millions of patients in Germany are taking advantage of the treatment offered by different Disease Management Programs (DMP). They are not meant to substitute the actual therapy performed by physicians, rather they act as support methods for treatment and prevention. The core element of a DMP is a standardized and structured documentation mechanism. It is of the utmost importance in the information and control processes and it is also the basis for creating feedback reports for physicians as well as for making scientific evaluation of the programs.

We are developing a TV-based software component that reduces administrative costs and simplifies its applications. For instance, it automatically and wirelessly connects to medical measurement devices such as blood-pressure or blood-sugar measurement devices, thereby gathering and storing the patient's vital data and health status in a database. The patient is required to answer a series of questions using a remote control. The whole process has the direct result of keeping the patients better informed about their progress, diagnosis and therapy options. Additionally the TV-based system performs



Medikationsunterstützung durch das Fernsehgerät  
*TV-based medication reminder*

the monitoring of the patient's medication by communicating with a wireless medication dispenser. Another important element in the DMP is the reminder function which keeps track of important events, such as scheduled visits to a physician. These events can be entered through the internet by a physician or nurse. Thanks to a web service client and a calendar application on the TV-based system these events are displayed at the right time on the TV screen.

## TV-basierte Gesundheitsdienstleistungen und Interaktionssysteme

*Die effiziente Erfassung und Formalisierung von Anwenderbedürfnissen, Use-Case-Modellierung, sowie Nutzwert- und Akzeptanzanalysen sind ein wichtiger Erfolgsfaktor für die Effektivität und Akzeptanz unserer interaktiven E-Health-Systeme. Gerade bei Anwendergruppen jenseits des Rentenalters können Ängste den Umgang mit modernen Technologien hemmen. Ein Fernsehgerät bietet hierbei eine vertraute Benutzerschnittstelle und eignet sich daher als Informations- und Kommunikationssystem in E-Health-Anwendungen.*



TV-basiertes Gesundheitsmanagement  
*TV-based disease management*

Bereits mehrere Millionen Patienten in Deutschland profitieren von einer strukturierten Behandlung in einem Disease-Management-Programm (DMP). Diese stellen jedoch keinen Ersatz für die Therapie durch einen Arzt dar, sondern sind als unterstützende und koordinierende Maßnahme vorgesehen. Das Kernelement der DMP ist die standardisierte und strukturierte Dokumentation. Sie ist grundlegend für die Informations- und Steuerungsprozesse im Programm sowie Basis für die Erstellung der Arzt-Feedbackberichte und die wissenschaftliche Evaluation der Programme.

Um den Verwaltungsaufwand für alle Beteiligten zu senken und die Abläufe zu vereinfachen, entwickeln wir Softwarekomponenten für TV-basierte Systeme, die zusammen mit medizinischen Geräten, wie z. B. drahtlose Blutdruck- oder Blutzuckermessgeräte, automatisch die Vitalwerte und den Zustand des Patienten auf Vollständigkeit und Plausibilität prüfen und elektronisch dokumentieren. Die Dokumentation wird ergänzt durch personalisierte und symptomatische Fragen, die am Fernseher ausgegeben und über die Fernbedienung vom Patienten beantwortet werden. Dies bewirkt, dass der Patient besser über seine Erkrankung informiert ist und die Diagnose- und Therapiemöglichkeiten versteht. Die Anbindung eines drahtlosen Medikamentendosierers an das TV-basierte System ermöglicht außerdem das Monitoring der Medikamenteneinnahme. Ein weiteres Instrument in Disease-Management-Programmen ist die Erinnerungsfunktion (z. B. an notwendige Arztbesuche). Diese werden vom Arzt oder Pflegedienst via Internet in den Kalender des Patienten eingetragen. Dank einer Webservice-Schnittstelle und einer Kalenderkomponente werden diese dann rechtzeitig am Fernseher angezeigt.

## Smart Clothing – The Future of Patient Monitoring

*The integration of physiological sensors in clothing is of great application potential in the domain of continuous monitoring. This is more so suited for monitoring high-risk patients and those who are in constant need of care. These patients' vital signs may thus be monitored conveniently and unobtrusively.*

Intelligent textiles are considered to have vast future application potential. Owing to the continuous technical advances that have been made in micro-systems technology through miniaturization, increased computing power, optimized energy supply and integrated sensor and actor technology, there is now a big potential for the development of completely new applications and concepts on the basis of integrated textile micro-systems. This especially applies for medical engineering.

In order to realize these concepts, experts from different domains, such as medical engineering, information technology and textile technology, have to collaborate. Our main areas of research are:

- Creating unique materials, yarn and textile structures with sensory characteristics
- Information and energy transport in conductive textiles
- Textile integration and structural techniques, integrating circuits (contacting, spacer fabrics, etc.)
- Washability, long-term stability and reliability
- Smart clothes applications on flexible platform concepts
- Ergonomics, clothing cut and application concepts

In various application-oriented research projects – ranging from ECG shirts to active climatization – we have gathered the experience necessary to successfully realize projects in field of smart clothes.

## Intelligente Kleidung – Das Patientenmonitoring der Zukunft

*Die textile Integration von Vitalsensorik in Kleidung birgt ein enormes Anwendungspotential für das kontinuierliche Monitoring. Insbesondere für die Überwachung von Risikopatienten und pflegebedürftigen Menschen kann die in Kleidung integrierte Sensorik in Betracht gezogen werden. Die Vitalfunktionen des Patienten werden dadurch belastungsfrei und unauffällig überwacht.*

Intelligenten Textilien wird ein enormes Zukunftspotential zugesprochen. Der kontinuierliche technische Fortschritt in der Mikrosystemtechnik durch Miniaturisierung, erhöhte Rechenleistung, optimierte Energieversorgung und integrierte Sensorik und Aktorik versprechen die Entwicklung völlig neuer Anwendungen und Konzepte auf der Basis von textilintegrierten Mikrosystemen – gerade auch in der Medizintechnik.

Für die Realisierung solcher Konzepte müssen sehr unterschiedliche Kompetenzen, von der Medizintechnik über die Informationstechnik bis hin zu Textil- und Bekleidungstechnik, zusammengebracht werden. Forschungsschwerpunkte in diesem Bereich sind:

- Spezielle Materialien, Garne und textile Gewebe mit sensorischen Eigenschaften
- Informations- und Energietransport mit leitfähigen Textilien
- Textile Integrations-, Aufbau- und Verbindungstechniken (elektrische Kontaktierung, Isolation etc.)
- Waschbarkeit, Langzeitstabilität und Zuverlässigkeit
- Flexible Mikroplattform-Konzepte für Smart-Clothes-Anwendungen
- Ergonomie, Schnitt und Anwendungskonzepte

In verschiedenen anwendungsorientierten Forschungsprojekten – vom EKG-Shirt bis zur aktiven Klimatisierung – haben wir mit unserem Partnernetzwerk die nötigen Erfahrungen gesammelt, um Projekte im Bereich textiler Integration umzusetzen.



## Expertise: Textile Integration

### Clothing-integrated ECG System with Textile Electrodes

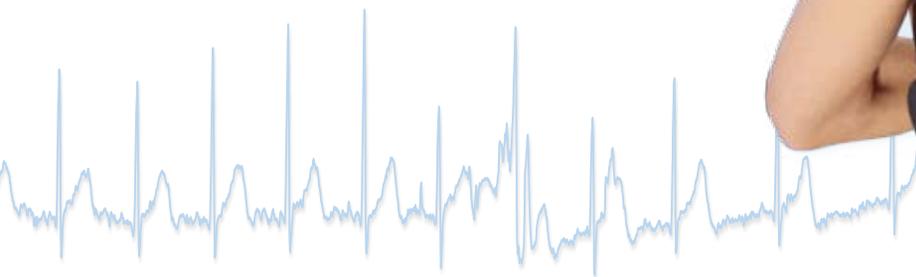
*The observation of high-risk and chronically ill patients or the diagnosis of sporadically emerging occurrences requires stable and continuous monitoring of vital signals. Integrating these long-term applications into the patient's day-to-day life brings about quite a number of new requirements that are better met by systems that are integrated into clothing. This is especially of utmost importance in long-term ECG monitoring.*

Standard electrodes are unsuitable for continuous use since they make the skin dry and they may also cause intense skin irritation. Applications that extend for periods that last for several weeks or months are only possible through the application of long-term compatible textile integrated electrodes. Appropriate design of the garment also helps to reduce artifacts that are caused by movement and thus improves the ECG signal quality.

The usability of ECG systems particularly for non-professionals may be improved with the integration of the systems into

clothing. The application of these systems may easily be made part of the daily routine. As one dress, the electrodes are automatically appropriately positioned and also the electrode cables are invisibly integrated into the garment.

The experience that has been gathered in clothing technology and clothing physiology enables the development of ECG systems which have a notably high level of wear comfort and hence allow convenient monitoring. This contributes to higher acceptance of such systems by the patients and also helps these applications to establish themselves in the field of disease prevention.



EKG, aufgezeichnet mit textilem Aufnahmesystem  
EKG, recorded by textile ECG device



Textiles Aufnahmesystem für mehrkanaliges EKG  
Textile recording system for multichannel ECG

### Kleidungsintegriertes EKG-System mit textilen Elektroden

*Bei der Überwachung von Risikopatienten und Patienten mit chronischen Erkrankungen wie auch zur Diagnose sporadisch auftretender Ereignisse ist ein dauerhaftes, kontinuierliches Monitoring der Vitaldaten wünschenswert. Diese Langzeitanwendungen im täglichen Umfeld der Patienten bringen neue Anforderungen mit sich, welche mit in Kleidung integrierten Systemen besser erfüllt werden können. Besonders deutlich wird dies am Beispiel des Langzeit-EKG-Monitorings.*



Textilintegrierte Trockenelektroden  
*Textile integrated dry electrodes*

Standard-Elektroden sind für den dauerhaften Einsatz nicht geeignet, da sie starke Hautirritationen hervorrufen können bzw. austrocknen und dadurch unbrauchbar werden. Erst durch den Einsatz von ergonomischen, langzeitverträglichen textilintegrierten Elektroden sind Anwendungen über mehrere Wochen oder Monate möglich. Des Weiteren können durch ein entsprechendes Design des Tragesystems Störungen durch Bewegungsartefakte verringert und somit die Signalqualität des EKG verbessert werden.

Kleidungsintegrierte EKG-Systeme erleichtern insbesondere auch die Benutzbarkeit durch Laien. Die Anwendung des Systems kann in den normalen Tagesablauf integriert werden. So sind beispielsweise beim Anlegen die Elektroden sofort richtig positioniert; auch die Elektrodenkabel sind direkt ins Kleidungsstück integriert.

Erfahrungen aus Bekleidungstechnik und Bekleidungsphysiologie ermöglichen es, EKG-Systeme zu entwickeln, die sich durch einen hohen Tragekomfort auszeichnen und ein nahezu belastungsfreies Monitoring erlauben. Dies trägt dazu bei, die Akzeptanz solcher Systeme bei den Patienten zu erhöhen sowie Anwendungen im Bereich der Krankheitsprävention zu etablieren.



## Expertise: Textile Integration

### Improving Occupant Safety with Smart Technical Textiles

*We all know about the so called momentary nodding off phenomenon or micro-sleep, as experts would call it. It causes of about 25% of all the traffic accidents in Germany. Not only does it cause some health consequences to the occupants but it also causes high economic damage. So, if it were possible to predict the possibility that a driver will have micro-sleep with the help of technical monitoring systems, it would be a big milestone in improving traffic safety technology.*



Designentwurf zur Darstellung von Vitalsignalen im Fahrzeug  
*Design approach to display vital parameters in a car*

With this in mind, we are undertaking interdisciplinary research in innovative solutions that help improve active safety in cars with the application of intelligent technical textiles. We are using new types of textile sensors that we integrate into textiles as micro-system components. These textiles are then applied in car interior parts such as the seats, steering-wheel and so on. In doing this, we can record physiological



Leitende Textilien bieten neue Möglichkeiten  
*Conductive textiles provide new opportunities*

parameters such as the heart-rate, HRV or even the skin impedance which we go on to combine with other drive dynamic parameters. All this is done passively such that the occupants don't experience any distraction from the sensory functions. Driver fatigue and other conditions such as stress may thus be identified and processed in corresponding safety systems.

This research work is to a big extent being executed as part of the BMBF funded project INSITEX, where we are also closely working together with several well-known national industrial partners. The problems we are trying to solve are not limited to a particular field. In fact we cover the entire technology spectrum including technical textiles, micro systems technology and driver assistance systems.

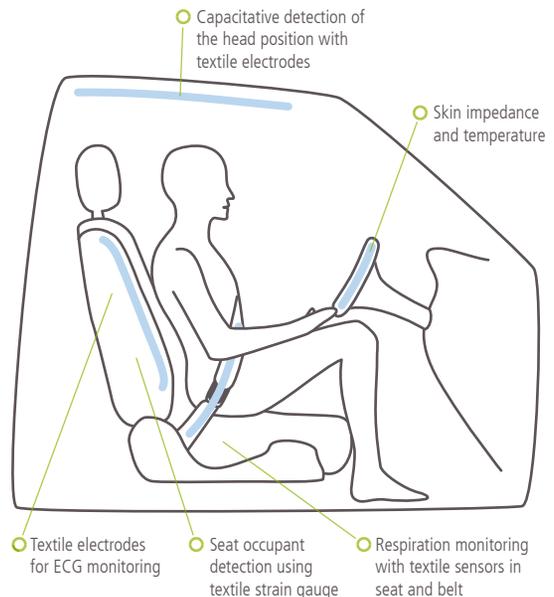
## Intelligente technische Textilien im Fahrzeuginnenraum

*Übermüdet am Steuer, kurz eingenickt – und schon ist der Unfall passiert. Wir entwickeln Lösungen, die durch die Kombination von Smart Sensors mit technischen Textilien in Zukunft solche Szenarien verhindern sollen. Die Integration von textilen Sensorelementen in Fahrzeugkomponenten bietet dabei neue Möglichkeiten für innovative Anwendungen zur Unfallprävention.*

Das als Sekundenschlaf bekannte Phänomen ist der Deutschen Verkehrswacht zufolge für 25% aller Verkehrsunfälle verantwortlich und verursacht neben gesundheitlichen Folgen bei den Unfallopfern auch einen enormen volkswirtschaftlichen Schaden. In gewissen Grenzen durch technische Hilfsmittel den drohenden Sekundenschlaf vorhersagen zu können, würde deshalb einen Meilenstein in der Entwicklung der Sicherheitstechnik im Straßenverkehr darstellen.

Vor diesem Hintergrund erforschen wir in einem interdisziplinären Ansatz innovative Lösungen zur Verbesserung der aktiven Sicherheit in Kraftfahrzeugen auf Basis von intelligenten technischen Textilien. Durch neuartige textile Sensoren, die durch Integration von mikrosystemtechnischen Komponenten in textile Teile des Fahrzeuginnenraums (wie z. B. Sitz, Lenkrad etc.) entstehen, sollen physiologische Parameter wie Herzrate, HRV oder auch Hautimpedanz erfasst und mit fahrdynamischen Parametern kombiniert werden – ohne dass die Sensorik augenscheinlich erkennbar ist und damit vermeintlich störend wirken könnte. Fahrleistungsrelevante Faktoren wie z. B. Müdigkeit oder Stress können auf diese Weise erkannt und mit Sicherheitssystemen verknüpft werden.

Diese Entwicklung wird unter anderem im Rahmen des BMBF-Verbundforschungsprojekts INSITEX durchgeführt, in dem wir mit zahlreichen namhaften nationalen Industriepartnern zusammenarbeiten. Dabei sind die Fragestellungen nicht auf ein bestimmtes Arbeitsgebiet beschränkt, sondern umfassen das komplette technologische Spektrum von der Textiltechnik über die Mikrosystemtechnik bis hin zu Fahrerassistenzsystemen.



Erhöhung der Insassensicherheit durch textile Sensorik  
*Increasing the security level with textile sensors*

## Expertise: Textile Integration

### Smart Textiles for Monitoring and Active Climate Control

*Many smart textile applications are at the moment focusing on sensor technology or even quasi-passive functions such as pulse measurement or textile fabrics that may be heated. We wish to take a significant step ahead by developing active body temperature control solutions, which may for example be used by the elderly or the patients with various heart conditions. These solutions may even be used by rescue and relief workers using protective clothing.*

New micro-technological body climate control solutions are being developed within the framework of the project Klima Jack which is based on textile-integrated physiological monitoring. This project uses miniature, smart textile vital signs sensors for the recording of the physiological parameters such as heart activity, body temperature, body moisture levels and other supplementary relevant parameters such as breathing activity or body impedance where necessary. An actor system should thus ensure the automatic regulation of body temperature or cooling. This may then be used in protective clothing and for the elderly or for patients with circulatory disorders since these people may not be in a position to actively react to a change in temperature.

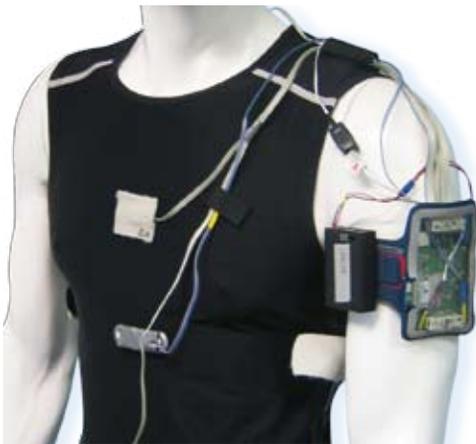
The so called Smart-Clothes Platform is a basic platform technology that has been created with the aim of implementing the system function described above in an economically viable manner and also by ensuring that the product is compatible to the existing textile manufacturing processes. The wireless networked modules should therefore be attached to the fabric just like a label is sewn in. One will thus attain a level of flexibility never reached before.



Erstes KlimaJack-Funktionsmuster  
First KlimaJack evaluation system

## Intelligente technische Textilien für Monitoring und aktive Klimaregelung

*Viele Anwendungen intelligenter Textilien konzentrieren sich momentan auf sensorische bzw. quasi-passive Funktionen, wie z. B. Pulsmessung oder heizbares textiles Gewebe. Wir wollen hier einen großen Schritt weitergehen und Lösungen zur aktiven Körperklimatisierung, z. B. für ältere bzw. allgemein herzschwache Menschen oder für Einsatzkräfte unter Schutzanzügen, erarbeiten.*



Sensor-Shirt und Steuerungseinheit  
*Sensor shirt and control unit*

Im Rahmen des Projekts KlimaJack werden neuartige mikrotechnologische Klimatisierungsansätze auf Basis einer textilintegrierten Körperfunktionsüberwachung erarbeitet. Dabei sollen intelligente textile Miniaturvitalsensoren physiologische Parameter wie Herzrhythmus, Körpertemperatur, Körperfeuchte und ggf. weitere sinnvolle Parameter (z. B.

Atemtätigkeit oder Körperimpedanz) erfassen. Darauf basierend soll ein Aktor-System eine automatische Regulierung des Körperklimas gewährleisten bzw. eine Kühlung bereitstellen. Dies ist von Bedeutung für Einsatzkräfte unter Schutzbekleidung und alte Menschen oder Menschen mit Herz-Kreislauf-Problemen, die selbst nur eingeschränkt in der Lage sind, auf Temperaturänderungen zu reagieren.

Um diese Funktion auch zu vertretbaren Kosten realisieren zu können, wird eine grundsätzliche Plattformtechnologie (Smart-Clothes Plattform) für die textile Funktionsintegration erarbeitet, die vollständig kompatibel zu traditionellen Textilfertigungsprozessen sein soll. Die drahtlos vernetzten Module sollen vom Textilverarbeiter wie ein Label vernäht werden können – hierdurch wird eine bisher nicht vorhandene Flexibilität erreicht.



Online Visualisierungstool  
*Online visualisation tool*



# Team

## The Masterminds

Our interdisciplinary research and extensive partner network, makes us your ideal research and development partner for all your medical projects. Our team is made up by more than twenty young scientists coming from the Medical Engineering, Computer Science and Economics fields. This is a perfect combination that guarantees new ideas, technology innovations and superb approaches for solving all your needs in healthcare and medical applications.

We would also desire to work with you. Please contact our experts. Thank you.



## Hinter jeder Idee steckt ein kluger Kopf

Durch unsere breite interdisziplinäre Ausrichtung und unser umfangreiches Partnernetzwerk sind wir der ideale Forschungs- und Entwicklungspartner für Projekte im medizinischen Umfeld. Mit unserem Team aus über zwanzig jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus den Bereichen Medizintechnik, Informatik und Wirtschaftswissenschaften generieren wir frische Ideen und arbeiten an innovativen Technologien und Lösungsansätzen für das Gesundheitswesen.

Gerne auch für Sie und mit Ihnen. Sprechen Sie unsere Experten an!





Dr. Christophe Kunze, FZI Forschungszentrum Informatik  
Embedded Systems and Sensors Engineering (ESS)  
Tel.: +49 721 9654-150, kunze@fzi.de  
[www.fzi.de/ess](http://www.fzi.de/ess)



Prof. Dr. Wilhelm Stork, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV)  
Tel.: +49 721 608-2510, wilhelm.stork@kit.edu  
[www.itiv.kit.edu](http://www.itiv.kit.edu)



Dr. Stefan Hey, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
House of Competence, hiper.campus  
Tel.: +49 721 608-5720, stefan.hey@kit.edu  
[www.hoc.kit.edu/hiper-campus](http://www.hoc.kit.edu/hiper-campus)

