

Abb. 2  
senSAVE® -  
Übersicht  
grundlegender  
Funktionen.



Abb. 5  
Sensorshirt mit  
integriertem EKG-  
Modul für die Frau  
und für den Mann.

### Shirt mit integriertem EKG-Sensormodul

Um ein EKG mit hohem Tragekomfort und mit möglichst geringer Belastung für den Patienten abzuleiten, wurde am Fraunhofer IPMS ein 3-Kanal-EKG-Sensormodul in ein körperangepasstes Shirt integriert (siehe Abb. 5). Dazu nutzte das Team die neu entwickelten, hautverträglichen Trocken-  
elektroden. Die verdeckte Führung der Elektrodenleitungen und die Kapselung der Elektronik verhindern einen ungewollten Kontakt zur Haut des Patienten. Ein besonderes Augenmerk wurde auf gute Langzeit-Trageeigenschaften gelegt. Durch die besondere Bauart der stark miniaturisierten EKG-Elektronik (215 \* 50 mm) schmiegt sich diese an den Körper an. Bis auf den Akku kann die Elektronik während der Wäsche im Shirt verbleiben. Die integrierte Stromversorgung gewährleistet durch die geringe Stromaufnahme bereits heute eine ununterbrochene Betriebsdauer von 7 Tagen. Trotzdem liegen die Arbeitsschwerpunkte auf der automatischen Ereigniserkennung im EKG. Denn werden zukünftig nur noch Daten im zeitlichen Umfeld eines pathologischen Ereignisses übertragen, würden sich die Datenflut und der resultierende Stromverbrauch noch deutlich reduzieren lassen, was noch längere Laufzeiten ermöglichen würde.

### Sensormodul für Sauerstoffsättigung und Pulsweite

Wird auch zurzeit noch SpO<sub>2</sub> am Finger oder Ohrfläppchen erfasst, so arbeiten die Fraunhofer-Forscher des IS an einer Lösung, die sich bequem am Handgelenk tragen lässt. Das Pulsoximeter verfügt über Bewegungsartefakt- und Umgebungslichtinterferenzunterdrückung. Der Vorteil der Lösung ist die Stabilität der Messwert-  
erfassung, die das Gerät alltagstauglich macht. Somit ist der Schritt zur Integration in Accessoires wie eine Uhr oder einen Armreif nicht mehr fern.

### Körpernahe Basisstation – KNB

Als zentrale Schnittstelle erfüllt die KNB integrierende Aufgaben. Sie dient als Empfangsknoten für die Vitaldaten von den Sensormodulen und übermittelt diese per Funkstrecke an den senSAVE®-Server. Daneben berechnet die KNB aus EKG- und Pulswellen-Informationen die Pulswellen-  
laufzeit – PTT – und leitet ein sogenanntes Blutdruckäquivalent ab. Darüber hinaus dient sie den Patienten als Bedienelement und bietet ihnen Zugang zu den Funktionen des senSAVE®-Systems. Speziell für diese Zwecke wurde am Fraunhofer FIT eine Software entwickelt, welche auf einem handelsüblichen MDA (Mobiler Digitaler Assistent) zum Einsatz kommt. In einfacher und übersichtlicher Art und Weise werden

die gemessenen Vitaldaten und die daraus berechneten Vitalparameter dargestellt. Für den Fall, dass variabel einstellbare Schwellwerte über- oder unterschritten werden, kann die Aufmerksamkeit des Patienten durch ein akustisches Signal bzw. Vibrieren des Gerätes geweckt werden.

Bei den Entwicklungsarbeiten steht insbesondere eine für die Patienten verständliche Informationsdarstellung und Benutzerführung im Mittelpunkt. In mehreren Versuchsreihen mit einer breiten Spanne möglicher Anwender wurden wertvolle Informationen über die Anforderungen gewonnen, Designentwürfe überprüft und Benutzerführung und Systemverhalten getestet. Als Ergebnis können wir einen guten Kompromiss zwischen Innovationsgehalt und Gebrauchstauglichkeit präsentieren.

### senSAVE®-Server

Erst der senSAVE®-Server macht aus dem Monitoring-System ein Telemonitoring-System. Um die erfassten Vitalparameter aus der Ferne bewerten zu können, werden sie auf den senSAVE®-Server abgelegt. Die Sicherheitsinfrastruktur sowie die Verschlüsselung und Signierung der Daten gewährleisten, dass nur berechtigte Personen auf die gesammelten Informationen zugreifen können. Das Fraunhofer IBMT hat eine Webapplikation für die elektronische Patientenakte entwickelt, die über einen sicheren »Store and Forward«-Mechanismus Vitalwerte, insbesondere EKG-Kurven, empfängt und über ein Webinterface dem verantwortlichen medizinischen Personal zur Verfügung stellt. Die hierfür entwickelte Web-Applikation wurde speziell für kardiologische Monitoring-Szenarien weiterentwickelt. Zur graphischen Darstellung wurde ein Viewer für Mehrkanal-EKG und Pulswelle als Java-Applet entwickelt. Für die Zukunft sind die Weiterentwicklung der Übertragung und Darstellung von Echtzeit-EKG und die Integration der elektronischen Gesundheitskarte geplant.



Abb. 3  
Flexible, textilintegrierte  
Oberflächenelektrode.



Abb. 4  
Nachweis der Signalgüte am  
Beispiel einer EKG-Ableitung  
am Probanden nach Einthoven.



Abb. 6  
Ein MDA als körpernahe  
Basisstation - KNB.

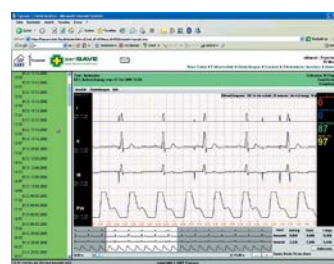


Abb. 7  
Vitalparameter in der  
elektronischen Patientenakte.

### Anforderungen der Benutzer

Gerade der Wunsch nach Sicherheit, Mobilität und Flexibilität scheint für die Betroffenen von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und ihre Angehörigen ein wesentlicher Beweggrund zu sein, sich überhaupt mit dem Einsatz moderner Telemonitoring-Technik zu beschäftigen. Das ergab eine Befragung des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO unter Herz-Kreislauf-Erkrankten in Praxen und Kliniken. Daneben war es entscheidend für die Patienten, ob ein Telemonitoring-System dem Arzt bei der Arbeit hilft und ihnen gleichzeitig Mobilität und Flexibilität gewährleistet. Aktuell führt das Fraunhofer IAO eine Umfrage unter den Herstellern von Telemonitoring-Lösungen durch. Die Umfrage-Ergebnisse werden zusammen mit den Ergebnissen des Anforderungsmanagements zu senSAVE® Anfang 2007 veröffentlicht werden. Unter [www.senSAVE.de](http://www.senSAVE.de) wird eine Übersicht aktuell im Einsatz oder in Entwicklung befindlicher Telemonitoring-Lösungen aufgebaut.

### senSAVE® – was bringt die Zukunft?

Es gibt noch viele Dinge zu tun, damit die Vision einer umfassenden Monitoring-Lösung Wirklichkeit wird. Deswegen werden wir Gertrud S. auch in der Zukunft begleiten. Wir, das sind die fünf Institute des Fraunhofer senSAVE® - Teams. Wir entwickeln und erforschen auch für Sie individuelle Telemonitoring-Lösungen. Unsere Experten aus Medizintechnik, Mikrosystemtechnik, Informations- und Kommunikationstechnik sowie Pflege und Medizin stehen Ihnen für Ihre Projekte zur Verfügung.

Haben Sie noch Fragen zum Projekt senSAVE® oder suchen Sie kompetente Ansprechpartner für Ihre Projekte? Dann stehen Ihnen folgende Ansprechpartner zur Verfügung:

### Kontakt

**Marketing und Anforderungsmanagement**  
Martin Schmidt  
Fraunhofer-Institut IAO  
Telefon +49 711 970-5146  
[martin.schmidt@iao.fraunhofer.de](mailto:martin.schmidt@iao.fraunhofer.de)

**Medizinische Telematik**  
Stephan Kiefer  
Fraunhofer-Institut IBMT  
Telefon +49 6894 980-156  
[stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de](mailto:stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de)

**Medizintechnik und Neuromonitoring**  
Peter Hoffmann  
Fraunhofer-Institut IBMT  
Telefon +49 6894 980-402  
[klaus.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de](mailto:klaus.hoffmann@ibmt.fraunhofer.de)

**SpO<sub>2</sub>-Sensormodul Biosignalverarbeitung**  
Christian Hofmann  
Fraunhofer-Institut IIS  
Telefon +49 9131 776-7340  
[christian.hofmann@iis.fraunhofer.de](mailto:christian.hofmann@iis.fraunhofer.de)

**EKG-Modul Biosignalverarbeitung**  
Hans-Jürgen Holland  
Fraunhofer-Institut IPMS  
Telefon +49 351 8823-215  
[holland@ipms.fraunhofer.de](mailto:holland@ipms.fraunhofer.de)

**User Interface Design Systemintegration**  
Reinhard Oppermann  
Fraunhofer-Institut FIT  
Telefon +49 2241 142-703  
[reinhard.oppermann@fit.fraunhofer.de](mailto:reinhard.oppermann@fit.fraunhofer.de)

## Personal Health Care Sicherheit und Behandlungsoptimierung für Herz-Kreislauf-Erkrankte



Foto: © gettyimages

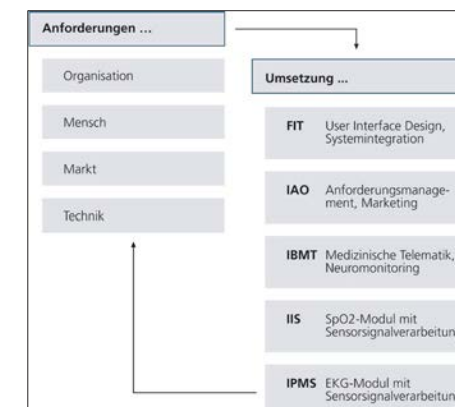


Abb. 1  
Schwerpunkte der Entwicklungsarbeit im senSAVE®-Team

### Wie geht es Gertrud S.?

#### Zur Entwicklung einer Telemonitoring-Lösung

Erinnern Sie sich an Gertrud S.? Ein Jahr nach ihrer letzten Herzattacke geht es unserer virtuellen Patientin noch immer gut, u. a. Dank senSAVE®. In unserer Fantasie hatte schon damals senSAVE®, die Vision eines umfassenden mobilen Monitoring-Systems zur Überwachung von Herz-Kreislauf-Erkrankten, ihr Leben gerettet. Seitdem hat sich einiges getan und senSAVE® ist dieser Vision deutlich näher gekommen. Welche Teilschritte und Komponenten dazu nötig waren, können Sie dieser Broschüre entnehmen.

#### Grundlegende Funktionen

Ein Vitalparameter-Monitoring-System muss wesentliche Funktionen erfüllen, um zur Verbesserung der medizinischen Versorgung von Herz-Kreislauf-Erkrankten beitragen zu können:

- Sichere mobile Erfassung, Aufbereitung und Übermittlung der Vitalparameter unter Alltagsbedingungen
- Übersichtliche Darstellung wesentlicher Informationen für die Patienten
- Langzeitspeicherung und Darstellung von detaillierten Informationen für die professionelle Befundstellung

#### Biokompatible »Trocken«-Elektroden für das Langzeit-Monitoring

Zur dauerhaften Ableitung von Langzeit-EKGs eignen sich herkömmliche »Klebelektroden« aus einer Vielzahl von Gründen nur bedingt. Unter anderem können sie lästige Hautirritationen verursachen. Die Abteilung Medizintechnik und Neuroprothetik des Fraunhofer IBMT hat eine innovative Oberflächenelektrode zur langzeitstabilen Erfassung bioelektrischer Signale, wie z.B. das EKG, entwickelt. Um die Patientenakzeptanz zu steigern, sind die Elektroden hochflexibel und in Textilien integrierbar. Der Elektroden-Haut-Kontakt erfolgt trocken, das heißt ohne den Einsatz von Leitgelen. Vorteile dieser neuartigen Elektrode:

- Hohe Flexibilität
- Integrierbarkeit in Textilien
- Biokompatibilität
- Trockene Signalakquisition
- Konstant hohe Signalgüte (vergleichbar mit Ag/AgCl-Elektroden)
- Herstellbarkeit in beliebigen Dimensionen und Geometrien
- Desinfizierbarkeit und Maschinenwaschbarkeit