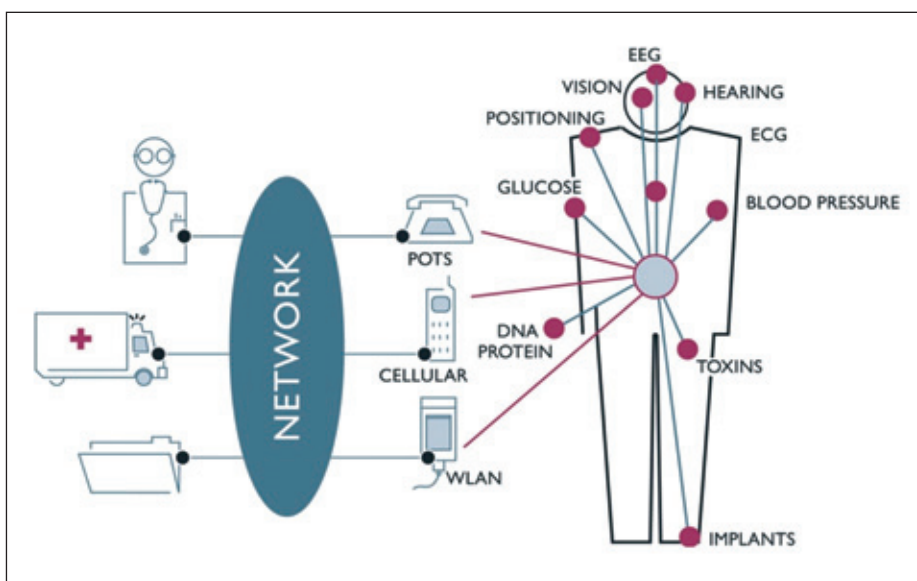


# Schutzengel der Zukunft überwachen Patienten

Digital Angel, VitalSense, Lifeguard sind Beispiele für medizintechnische Systeme und Produkte. Sie sind bereits heute am Markt verfügbar und ermöglichen das Monitoring von Patienten mit kritischen Krankheitsbildern – auch außerhalb des Krankenhauses. Das ist ein Anfang. Doch in europäischen Forschungslabors wie IMEC im belgischen Leuven und im niederländischen Eindhoven reifen weitere Hightech-Innovationen im Sinne einer 'kurativen' Gesundheitsfürsorge: ein umfassendes System unauffälliger sensorischer Schutzengel, die uns Tag und Nacht begleiten und über uns wachen.



Kann Technologie die Lösung dieser Probleme sein?

Forscher sowie Industrie-Analysten weltweit glauben – 'Ja'. Ihre Szenarien zeigen eine zukünftige Welt, in der Patienten Netzwerke von Sensoren am Körper tragen, etwa in Kleidungsstücke integriert.

Alle Messwerte der Sensoren werden drahtlos an einen zentralen Erfassungspunkt geleitet, in der Größe vergleichbar mit einer Armbanduhr. Von diesem Armband werden die Messdaten an den behandelnden Arzt gesendet – über das Mobilfunknetz oder per Internet. Entsprechende Computerprogramme stellen sicher, dass bei alarmierenden Messwerten ein Arzt informiert und, falls notwendig, auch ein Krankenwagen auf den Weg geschickt wird.

Noch ist das keine Realität. Wir stehen irgendwo in der Mitte zwischen dem Ernstfall-Szenario und dem Zukunftstraum der Technologen. Doch der Markt bietet derzeit bereits eine Vielzahl von speziellen Fernabfrage- und Monitoring-Applikationen, z. B. für Babys, ältere Menschen und Diabetiker:

■ Eine recht grundlegende 'Applikation' dieser Art ist das Vivago Wrist-care System für Senioren: Mit Temperatur- und Bewegungssensoren meldet ein kleines Armband, wenn irgendetwas schief läuft – etwa wenn der Patient das Bewusstsein verliert. In einem solchen Fall wird automa-

▲ Bei alarmierenden Messwerten wird der Arzt informiert oder sofort der Krankenwagen gerufen

## Realität und Traum

Gegenwärtig leiden mehr als 300 Millionen Erdbewohner an Fettleibigkeit. Schlimmer noch: Mehr als 600 Millionen sind chronisch krank. Um 2025 werden 1,2 Milliarden Menschen älter

als 60 Jahre sein. Das sind gravierende soziale und medizinische Entwicklungen – und das ist zugleich ein großer potenzieller 'Markt' für die apparative Gesundheitsfürsorge, der mit der demographischen Alterung der Bevölkerung weiter wachsen wird.

## SENSOR MAGAZIN

Wir sorgen für Kontakte:  
Sichern Sie sich Ihren Eintrag in den Topics!  
Für mehr Information:  
05723 5534 oder [www.sensormagazin.de](http://www.sensormagazin.de)



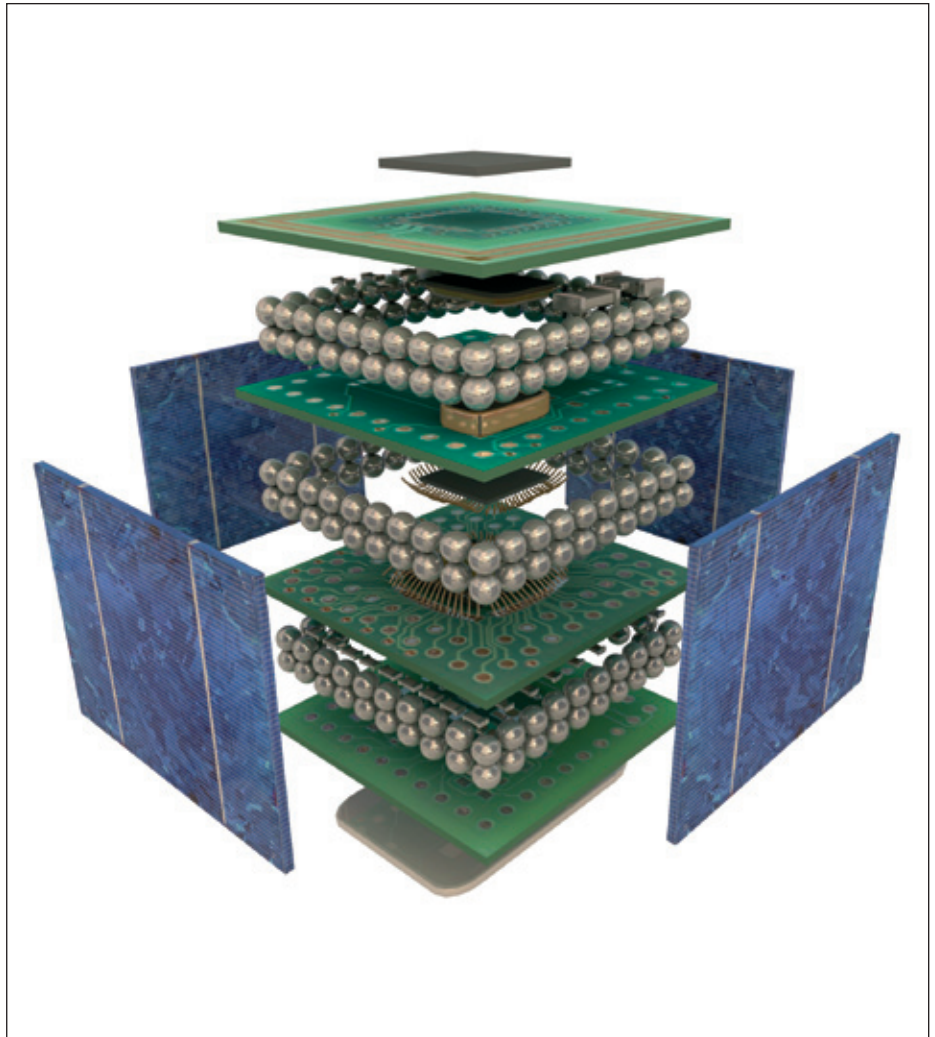
**Kostenlos dazu:**  
**Präsentation**  
**im Internet mit**  
**Verlinkung auf**  
**Ihre Homepage**



▲ Das Vivago Wristcare-System für Senioren meldet z. B. mithilfe von Temperatur- und Bewegungssensoren, wenn irgendetwas 'nicht stimmt'  
Quelle: Vivago Oy®



▲ Schaut aus wie eine Armbanduhr ist aber eine Insulinpumpe  
Quelle: ESA®



▲ Miniaturisiertes energieautonomes Sensorsystem mit aufeinander gestapelten Funktionsschichten  
Quelle: IMEC

tisch ein Alarmsignal an eine entsprechend qualifizierte Person gesendet.

■ Die COR-Armbanduhr. Sie hat entfernte Ähnlichkeit mit einem Armband aus einer 'Beam-me-up'-TV-Serie oder einem Star-Wars-Film. Aber sie ist in Wirklichkeit eine Insulinpumpe für Diabetiker. Über eine ultradünne Röhre mit subkutaner Nadel wird damit bei Bedarf Insulin verabreicht.

Außerdem erzeugen die Bewegungen des Patienten über piezoelektrische Generatoren die notwendige Elektrizität, um den Betrieb des Armbands und der Pumpe zu gewährleisten.

### Eine Win-win Situation

Die Fernüberwachung bietet zahlreiche Vorteile, sowohl für Ärzte als auch

für Patienten. Die Ärzte können so eine bessere Diagnose stellen, denn die Patienten werden in ihrer gewohnten Lebenswelt kontinuierlich beobachtet (etwa bei der Schlaforschung im eigenen Heim). Außerdem produzieren solche drahtlosen Messwege weniger Artefakte als der Anschluss des Patienten an den Computer über ein Kabel (etwa bei EKG-Messungen in der Epilepsie-Diagnose). Krankenhäuser, die häufig überbelegt sind, können mit Fernüberwachung ihre Betten freihalten für absolut dringende Fälle. Auch für die Patienten bieten die Messungen über drahtlose Sensoren einen größeren Komfort. Denn es ist für sie ein großer Gewinn an Sicherheit, wenn ihr Befinden, etwa bei Herzerkrankungen, zu Hause über-

wacht werden kann. So können sie früher nach Hause gehen. Auch können ältere Patienten weitaus länger im eigenen Heim leben, statt in ein Altenheim zu ziehen.

Nicht zuletzt erwarten viele Experten, dass die Patienten so wesentlich besser auf ihre Gesundheit achten, da sie nun selbst für die Messungen verantwortlich sind. Kranke mit Herzproblemen können nun auch die täglichen Routinevorgänge, wie Gewichts- und Blutdruckmessungen, selbst übernehmen.

### In Zukunft: Ein idealer Sensor wäre ...

Die genannten Beispiele machen klar, dass bereits heute vielfältige Möglich-

## PRAXIS

keiten im Bereich der Fernüberwachung von Patienten bestehen. Doch die Forschung sucht ständig nach Wegen zur Verbesserung der Formate, der Kosten, der Intelligenz und des Leistungsverbrauchs dieser medizinischen Sensorsysteme.

... **klein.** Eine wichtige Anforderung an den 'idealen' Sensor ist, dass man ihn unauffällig tragen kann, etwa in die Kleidung integriert. Das lässt sich realisieren, indem man diverse Komponenten übereinander stapelt: Den Sender für die drahtlose Kommunikation, den Mikroprozessor zur Datenverarbeitung und die Energiequelle. Ein anderer Weg ist die Integration dieser Sensor-Bausteine auf einem flexiblen Substrat.

... **energie-effizient.** Unauffälliges und vom Patienten unbemerktes Tragen bedeutet darüber hinaus, dass man nicht jeden Tag die Batterien des Sensorsystems auswechseln muss.

Die Konsequenz dieser zweiten Forderung heißt: niedriger Energieverbrauch, sowohl für die drahtlose Kommunikation, wie für die Messung der Körper-Parameter und deren Verarbeitung. Das ultimative Ziel ist die Verringerung des Energieverbrauchs auf einen Wert, der die Eigenversorgung der Sensoren per 'energy harvesting' (z. B. über die Körperwärme) möglich macht.

Die Nutzung der Körperwärme ist die offensichtliche Alternative zur Energieversorgung von Körpersensoren. Forschungsergebnisse in dieser Richtung zeigen, dass die Stirn und die Innenseite der Handgelenke die bestgeeigneten Regionen des Körpers zur Nutzung ('harvesting') der Körperwärme sind. Dies geschieht am besten mit thermoelektrischen Generatoren. Sie bestehen aus mehreren Tausend Thermokopplern. Sie verwandeln die Temperaturdifferenz zwischen Körper und Umgebungsluft in Elektrizität.

Weitere Möglichkeiten des 'energy harvesting' bestehen in der Nutzung von Solarenergie und mechanischer Energie. Mit 'energy harvesting' lassen sich auf diese Weise etwa 100 µW

generieren. Das heißt, die maximal verbrauchte Energie für Sender, Mikroprozessor und Messmodul des Sensors sollte unter diesem Wert liegen. Natürlich ist es eine gewaltige Herausforderung, Bausteine mit derartig ultra-niedrigem Energieverbrauch zu implementieren.

... **drahtlos.** Die drahtlose Kommunikation der Sensormodule verbraucht etwa 50 µW. Das ist der größte Anteil am gesamten Energie-Budget. Ein guter Kandidat für drahtlose Kommunikation mit geringem Energieverbrauch ist die UWB-(ultra-wideband) Technologie. Die Bezeichnung UWB verweist auf die Tatsache, dass deren Funksignale einen extrem breiten Frequenzbereich von mehr als 5.000 MHz überdecken. Die Federal Communications Commission (FCC) der USA stellt dafür einen Bereich zwischen 3,1 und 10,6 GHz zur Verfügung. In Gestalt von 'Impulse Radio UWB' (UWB IR) benötigt die UWB-Technologie äußerst geringe Sendeleistungen, da nur sehr kurze Impulse von 1 oder 2 Nanosekunden Dauer übertragen werden, und der Sender dazwischen im sparsamen 'sleep modus' verbleibt.

Da die drahtlose Weiterleitung der Sensor-Messdaten bis zur Armband-Station recht energieaufwendig ist, ist es wichtig, die Anzahl der zu senden Daten zu begrenzen.

Das geschieht durch die teilweise Vorverarbeitung der 'rohen' Messdaten im Sensor selbst und das Übertragen bereits interpretierter Daten. Diese erste Datenverarbeitung übernimmt ein extrem kleiner Mikroprozessor innerhalb des Sensormoduls. Durch Optimieren der Algorithmen und der Prozessor-Architektur sollte sich in Zukunft ein Energieverbrauch von max. 40 µW erzielen lassen.

... **flexibel.** Etliche Forscher denken daran, Körpersensoren mit einem flexiblen oder rekonfigurierbaren Schaltkreis auszustatten, der verschiedene Signale (z. B. Herzschlag, Gehirnaktivitäten) verarbeiten kann, obwohl diese unterschiedliche Amplituden und

Frequenzen haben. Auf diese Weise lassen sich die Kosten sehr niedrig halten und verschiedene Applikationen sehr schnell entwickeln – mit entsprechend kurzer Zeit zum Markteintritt.

## Was bremst den Marktdurchbruch?

Die erste Generation von Telemonitoring-Applikationen, die auf dem Markt sind, kann schon heute das Leben der Patienten sehr viel einfacher gestalten. Doch in den Forschungslabors finden sich schon weiter fortgeschrittene Prototypen. Sie sind die Trendsetter für weitaus smartere, billigere und nutzerfreundlichere Produkte: das Szenario der Zukunft. Trotzdem sind solche Systeme in unserem täglichen Leben immer noch selten anzutreffen. Das ist eine Folge zahlreicher Hemmnisse auf dem Gebiet von Recht und Gesetz, sowie der Finanzierung. Doch der große Durchbruch des Telemonitoring ist auf dem Weg – wir müssen nur noch ein bisschen länger warten. Die Technologie ist (beinahe) fertig.

### ► INFO

#### Autoren:

- Els Parton  
Scientific Editor, IMEC, Leuven (Belgien)  
E-Mail: parton@imec.be
- Bert Gyselinx  
Program Director of the Wireless Autonomous Transducer Solutions Program of IMEC Nederland at Holst Centre, Eindhoven, Holland

#### Kontakt:

- IMEC vzw  
Kapeldreef 75  
3001 Leuven  
Belgium  
Tel.: +32 16 28 12 11  
Fax: +32 16 22 94 00  
www.imec.be
- IMEC Nederland (IMEC-NL)  
High Tech Campus 31  
5656 AE Eindhoven  
Holland  
Tel.: +31 40 277 4000  
Fax: +31 40 274 6400  
www.imec-nl.nl