

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 105 (2014)
Heft: 4

Artikel: Telemedizin : rundum gut betreut
Autor: Wolf, Bernhard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856215>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Telemedizin – rundum gut betreut

Einsatzgebiete des telemedizinischen Netzwerkes Comes

Telemedizinische Systeme bieten die Möglichkeit, diverse medizinische Dienstleistungen untereinander zu vernetzen und individuell zu nutzen. Aus den übermittelten Daten ergibt sich für den behandelnden Arzt ein Gesamtbild, das eine nachhaltige Behandlung und Begleitung des Genesungsprozesses ermöglicht. Anstelle eines Hausarztes kann auch ein medizinisches Call-Center die Daten zur Notfall- und Akutassistenz empfangen und auswerten – wie dies beispielsweise von Medgate¹⁾ in der Schweiz bereits realisiert ist.

es möglich, noch besser auf die jeweiligen Bedürfnisse des Anwenders einzugehen. Unterschiedliche Krankheiten benötigen differenzierte Interventionslösungen, die im Einzelfall auch den Service von nachgeschalteten Einrichtungen ermöglichen sollen. So muss im akuten Fall zum Beispiel der behandelnde Arzt dem Patienten nicht unbedingt persönlich ein Medikament liefern. Dies kann eine autorisierte Apotheke leisten, die mit dem Arzt in einem gesicherten Kontakt steht.

Bernhard Wolf et al.

Der zeitnahe Datenempfang macht es bei telemedizinischen Systemen möglich, dass der Arzt eine Diagnose schnell treffen und gegebenenfalls intervenieren kann. Zunächst vereinbart der behandelnde Arzt oder Therapeut mit seinem Patienten eine Behandlungsstrategie, die er in wenigen Schritten in das System eingibt. Dies kann u.a. auch eine stetige Steigerung körperlicher Aktivität, gezielte Entspannungsübungen oder Ernährungshinweise umfassen. Gewisse Therapieziele, wie z.B. eine Steigerung der körperlichen Aktivität, können mit integrierten Sensoren leicht nachvollzogen werden. Der Nutzer kann den Trend seiner aktuellen medizinischen Daten verfolgen und überprüfen, ob Behandlungsstrategien erfolgreich sind. Sollten sich Werte oder Befindlichkeiten akut verändern, kann der Nutzer einen Arzt direkt kontaktieren. Zudem erhält der Patient je nach Ausbaustufe des telemedizinischen Netzwerkes zusätzliche Informationen über krankheitsbezogene wissenschaftliche und therapeutische Entwicklungen.

«Comes» ist ein solches telemedizinisches System. Die Abkürzung Comes steht für COgnitive MEDizinische Systeme für Diagnose und Therapie sowie ständige medizinische Betreuung (comes, lat.: der Begleiter). Das System besteht aus handelsüblichen medizinischen Messgeräten, drahtlosen Datenschnittstellen und ist mit einem ärztlichen Umfeld vernetzt. Die Plattform arbeitet mobil, erspart jüngeren Nutzern Wartezeiten beim Arzt und älteren den mitunter mühevollen Weg dorthin, den sie oft

nicht alleine bewältigen können. Die Patienten können mit einem telemedizinischen Netzwerk ihre Werte für Blutdruck, Blutzucker usw. vom Sofa aus per Smartphone oder via Internet an einen Mediziner übermitteln. Da unsere Gesellschaft altert und die Dichte der ärztlichen Versorgung abnimmt, ist dies zukünftig ein wichtiger Aspekt, insbesondere, wenn eine engmaschige Kontrolle bestimmter Werte notwendig ist.

Die Plattform erlaubt eine Autonomie über die eigenen Daten und somit Selbstbestimmung im Umgang mit der Gesundheit. Zugleich erhöht dieses Vorgehen die Therapietreue und damit auch die Effizienz der eingeleiteten Behandlung. [1] Wird zusätzlich ein medizinisches Expertensystem eingebunden, ist

Das Smartphone als Schnittstelle

Comes zeigt, wie telemedizinische Netzwerke aussehen können. Zurzeit sind u.a. folgende Messgeräte mit der Plattform kombinierbar: ein Blutdruckmessgerät (Oberarm und Handgelenk), eine Waage, ein Aktivitätssensor, ein Glukosemessgerät, ein Spirometer für die Asthmatherapie von Kindern, ein individuell abgestimmter Bewegungstrainer, eine Zahnschiene zur Behandlung von Bruxismus sowie ein Stirnband für die Überwachung von schlafbezogenen Atemstörungen sowie EKG und andere Sensoren. Sensoren für das Einbinden von intelligenten Implantaten werden zurzeit entwickelt. Als Schnittstelle zwischen medizinischem Sensor, Datenbank und Patienten dient ein handelsübliches Smartphone.



Bild 1 Eine Auswahl der Messgeräte des Comes-Systems.

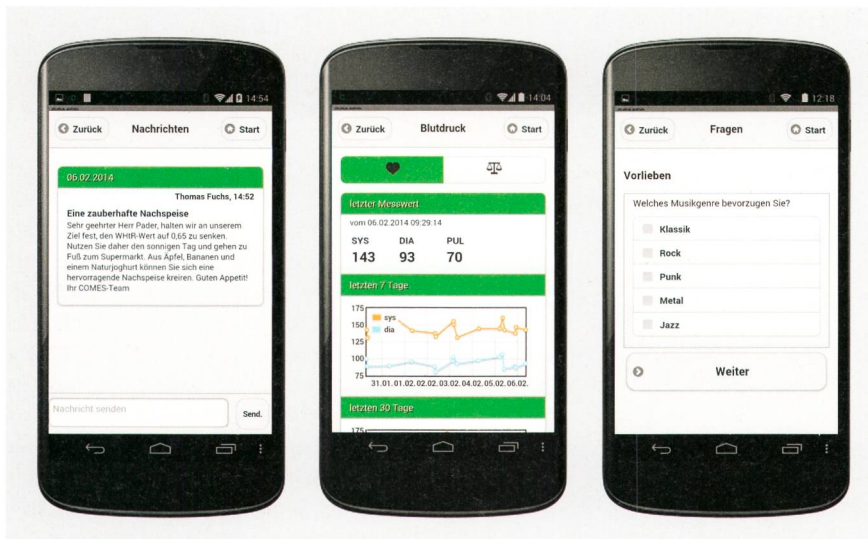


Bild 2 Einfacher Dialog zwischen Nutzer und Betreuer durch Nachrichten.

Derzeit werden die Betriebssysteme BlackBerry OS und Android unterstützt. Per Bluetooth werden die Parameter nach der Messung automatisch an das Smartphone des Nutzers übermittelt und über das Mobilfunknetz direkt in eine Datenbank übertragen, die in ein Trust Center integriert ist, das über alle bekannten Funktionalitäten und Sicherheitsmechanismen eines modernen Rechenzentrums verfügt. Alle autorisierten Personen, wie z.B. der behandelnde Arzt und der Patient selbst, erhalten nach einer entsprechenden Authentifizierung einen gesicherten Zugriff auf die persönlichen Datenverläufe. Diese können jederzeit bequem am PC oder auf dem Smartphone eingesehen und bearbeitet werden.

Informationsaustausch zwischen Arzt und Patient

Durch Nachrichten oder Befragungen bekommt der Nutzer Informationen über sein Wohlbefinden. Möchte er sich gezielt mit seiner Gesundheit vertraut machen, steht ihm nicht nur eine PC-Ansicht, sondern auch eine eigens für Touchscreens ausgelegte Visualisierung der Daten zur Verfügung.

In der Applikation für das Smartphone in **Bild 2** wird der Nutzer zu neuen Aufgaben ermuntert, um sein Therapieziel zu erreichen. Diese Nachricht wird automatisiert von Comes zugesandt. Die Anzeige ermöglicht auch eine gleichzeitige Darstellung mehrerer Nachrichten. Ausserdem kann der Anwender Nachrichten direkt von seinem behandelnden Arzt empfangen und über Neuigkeiten informiert werden. Auf Wunsch ist es auch möglich, auf Nach-

richten zu antworten. So entsteht innerhalb des telemedizinischen Netzwerkes ein Dialog.

Rückfragen oder Umfragen an den Nutzer sind ebenfalls möglich (**Bild 2**) – auch in Form von Seriennachrichten, d.h. Nachrichten, die einmal eingegeben und periodisch verschickt werden. Zentraler Bestandteil der Visualisierung ist der grafische Wochen- bzw. Monatsüberblick, den der Anwender beispielsweise zum Blutdruck oder zu Aktivitäten erhält.

Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten

Seit Bestehen der Plattform erfolgten mehrere Testphasen und Anwendungsbeobachtungen in enger Zusammenarbeit mit Ärzten und Therapeuten. Die Ergebnisse waren durchweg positiv. Im Folgenden werden mögliche Anwendungen vorgestellt, die am Heinz-Nixdorf-Lehr-

stuhl für Medizinische Elektronik der TU München oder einer seiner Ausgründungen entwickelt wurden.

Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Beeinträchtigungen des Herz-Kreislauf-Systems gehören nach wie vor zu den häufigsten Erkrankungen der Bevölkerung²⁾ – mit unmittelbarer Notfall-Konsequenz. Der Schlüssel zu einem nachhaltigen Therapieerfolg ist meist eine Änderung des Lebensstils. Dazu bedarf es möglichst einer langfristigen Begleitung und eines individuellen Coachings. Telemedizinische Anwendungen können die Nachhaltigkeit der medizinischen Rehabilitation verbessern. [2] Der Patient bekommt beispielsweise die Aufgabe, drei Mal pro Woche eine Einheit à 30 Minuten körperlicher Bewegung einzuplanen. Über die Plattform wird der Anwender – von diesem Therapieplan ausgehend – über seine bisher erreichten Therapieziele in Kenntnis gesetzt und kann durch gezielte Informationen in Text, Bild, Ton und Video zusätzlich motiviert werden, die vorgegebenen Ziele zu erreichen.

Das Comes-System wurde u.a. in einer Versuchsreihe in Kooperation mit der Psychosomatik der DRV Klinik Höhenried am Starnberger See sowohl in einem stationären Setting als auch im privaten Umfeld eingesetzt. Im Rahmen der Versuchsreihe wurden Blutdruck, Gewicht, körperliche Aktivität (Schritte) und vereinzelt der Blutzucker von den Probanden selbst, mittels sensor-gestützter Messgeräte, erfasst und über das Netzwerk an den behandelnden Arzt weitergeleitet. Über 90% der Probanden konnten sich am Schluss vorstellen, ein solches System auch in der Post-Reha-



Bild 3 Prototyp des neuen Comes All-in-One-Endgerätes, a) Vorderansicht mit Bedienfeld über Touchscreen, b) Rückansicht mit Sensor-Manchette.

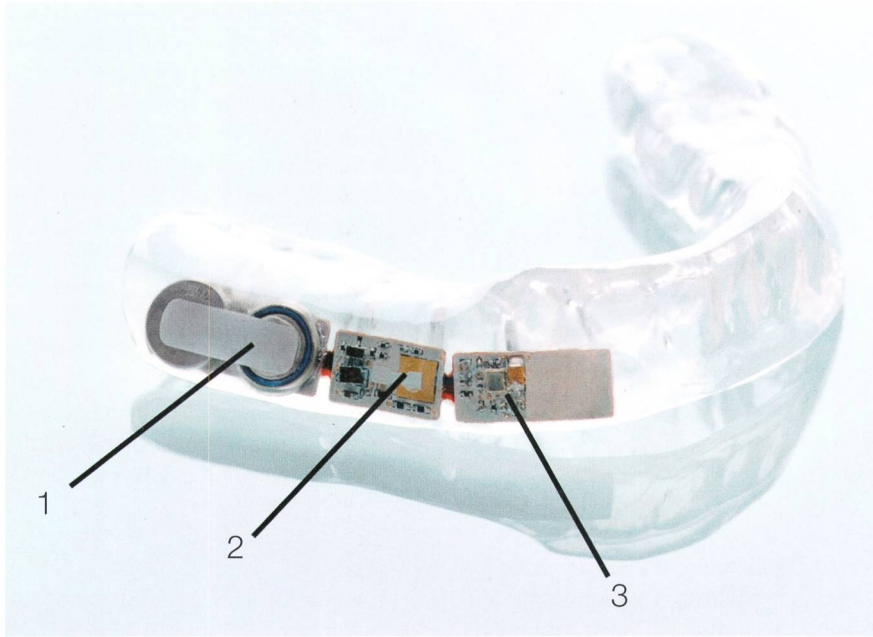


Bild 4 Zahnschiene zum Monitoring von Bruxismus mit integrierter Batterie (1), Sensorik (2), Sender und Antenne (3).

Phase zu Hause zu nutzen. Der BMI konnte insgesamt um 11,9% reduziert werden.

Neben Massnahmen in Form von Aktivität und Ernährung kann zur Verbesserung der Blutdruckwerte eines Patienten auch eine akustische Biofeedbacktherapie angewandt werden. Es ist bekannt, dass spezielle Musikstücke sowie iterative Klangmuster eine deutliche blutdrucksenkende Wirkung erzielen können. Zunächst werden für die Auswahl der Musikstücke gezielte Fragebögen über das Smartphone durch den Patienten beantwortet. Ein in Comes eingebauter Streaming Server (Linux) bietet den Nutzern die Möglichkeit, auf dem Smartphone ausgesuchte Musikstücke anzuhören.

Zur Erweiterung der Plattform wird derzeit ein für alle Altersgruppen anwendungsgerechtes Gerät konzipiert, das die gesamte Sensorik (für Blutdruck, Pulsoxymetrie, Blutzucker, Temperatur, Gewicht und Hautleitfähigkeit) in einem handlichen System vereint. **Bild 3** zeigt den Prototyp eines solchen Endgerätes.

Kahlschlag der Zähne

Bruxismus ist das nicht-funktionelle Knirschen, Pressen, Reiben und Klappern mit den Zähnen. Es geschieht meist unbewusst und hat oft psychische Ursachen wie Stress oder Depression. Ein für die Behandlung entwickeltes drahtloses Messsystem für Bruxismus (SensoBite) ist so klein, dass es sich in eine herkömmliche Zahnschiene integrieren (**Bild 4**) und an Comes anschliessen lässt. Es er-

laubt eine dauerhafte Aufzeichnung der Bruxismusaktivität. Durch die ärztliche Analyse der aufgezeichneten Daten, bei gleichzeitigem Führen eines Patiententagebuches, können die jeweiligen Auslöser für das Knirschen leichter identifiziert und Gegenmassnahmen getroffen werden. Ausserdem ist ein direktes therapeutisch nutzbares Biofeedback mittels Vibrationssignal möglich. Mit dem Einsatz des Biofeedbacks war bei ausgewählten Patienten, die das System freiwillig benutzten, ein deutlicher Rückgang des Knirschens nach wenigen Tagen bzw. Nächten zu beobachten. [3]

Monitoring von Schlafapnoe

Etwa 2 bis 4% der Bevölkerung leiden unter sogenannten obstruktiven Schlafapnoen (OSA), die zum Verschluss der

Atemwege und wiederholten Aufweckreaktionen führen. Die möglichen Folgen sind eine ausgeprägte Tagesmüdigkeit und ein erhöhtes Risiko, an kardiovaskulären Krankheiten zu erkranken. Mit dem Mess- und Therapiesystem für schlafbezogene Atemstörungen (SBAS) auf Comes-Basis werden wichtige schlafmedizinische Messparameter wie Schnarchen, Herzfrequenz, Atembewegung, Schlaflage und Atemaussetzer durch einen einzigen Beschleunigungssensor in einem Stirnband oder einer Zahnschiene erfasst (**Bild 5**). [4] Ein Grossteil der betroffenen Patienten ist nur in Rückenlage von OSA betroffen. Erste klinische Tests deuten darauf hin, dass mit dem Einsatz eines Vibrationssignals als Biofeedback genau diese gefährliche Rückenlage vermieden werden kann.

Atem-Monitoring bei Kindern

Grosse Teile der Bevölkerung leiden an Asthma und an COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) – die Zahl der Betroffenen steigt jährlich an. Asthma ist zudem die häufigste chronische Krankheit bei Kindern.³⁾ Speziell für sie wurde der Lungentacho entwickelt (**Bild 6**): Der an kleine Kinderlungen angepasste Messbereich misst hier auch bei Werten unter 300 l/min zuverlässig und genau. Das Einbinden eines speziell entwickelten Spieles zur kontrollierten Atmung ermöglicht es, den Lufttacho sowohl als Diagnosegerät als auch als Atemtrainer für Kinder zu verwenden. Die farbige Tachoanzeige mit Prozentangabe vereinfacht bereits Vorschulkindern das Ablesen ihrer Messwerte.

Intelligente Implantate

Aktiven Implantaten wird in der modernen Medizin eine immer grössere Be-

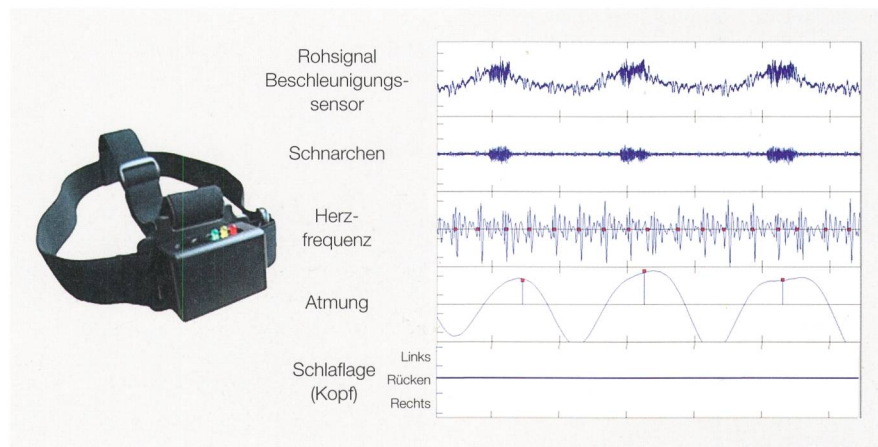


Bild 5 Stirnband mit Sensorik und Datenübertragung; Ableitung des Schnarch-, Herz- und Atembewegungssignals durch den Beschleunigungssensor.



Bild 6 Der Lufttacho ist ein Medizinprodukt mit Gasmassenflusssensor für Kinder. (www.sensor.de)

deutung zugemessen. Sie haben dabei zunehmend die Aufgabe, aus dem Körper wichtige Informationen für eine gezielte Therapie zu liefern oder gestörte Körperfunktionen zu ersetzen. Eine neue Technologieplattform für diagnostische und therapeutische Implantate auf Comes-Basis umfasst sowohl ein in den menschlichen Körper implantierbares Chip-System als auch ein Steuergerät: Dieses kann Messdaten drahtlos empfangen, aber auch Steuersignale an das Implantat senden. Mit beliebigen Sensoren kann das Implantat Umgebungszustände erfassen. Beispielsweise wird ein amperometrischer, planarer Sauerstoffsensor in unmittelbarer Nähe eines Tumors (Metastase) abgesetzt, um den lokalen Gelöstsauerstoff zu messen. [5] So kann er wichtige Informationen zur Tumoraktivität liefern, die dann für eine individualisierte Therapie genutzt werden können. Ermittelt das Implantat ein zunehmendes Tumorwachstum, kann lokal eine autonome Gabe eines Chemotherapeutikums am Tumor erfolgen. Es sind aber auch Anwendungen abseits der Krebstherapie möglich. Die Daten werden durch das Implantat drahtlos zu einem Steuergerät gesendet. Ein intelligentes Power-Management sorgt dabei für einen minimalen Stromverbrauch des Systems. Das System befindet sich in der Entwicklung und dient als Beispiel für Implantat gestützte telematische Therapien.

Fazit

Telemedizinische Netzwerke wie Comes ermöglichen eine anwenderfreundliche Betreuung chronisch kranker Menschen jeden Alters. Sie können Werte für Blutdruck, Blutzucker oder andere Daten bequem per Smartphone oder im

Internet von zu Hause aus an einen betreuenden Mediziner übermitteln und werden von ihm ohne Praxisbesuch mithilfe von Feedbackkanälen therapeutisch betreut. Beruflich aktive Personen können derartige Netzwerke als täglichen medizinischen Begleiter nutzen.

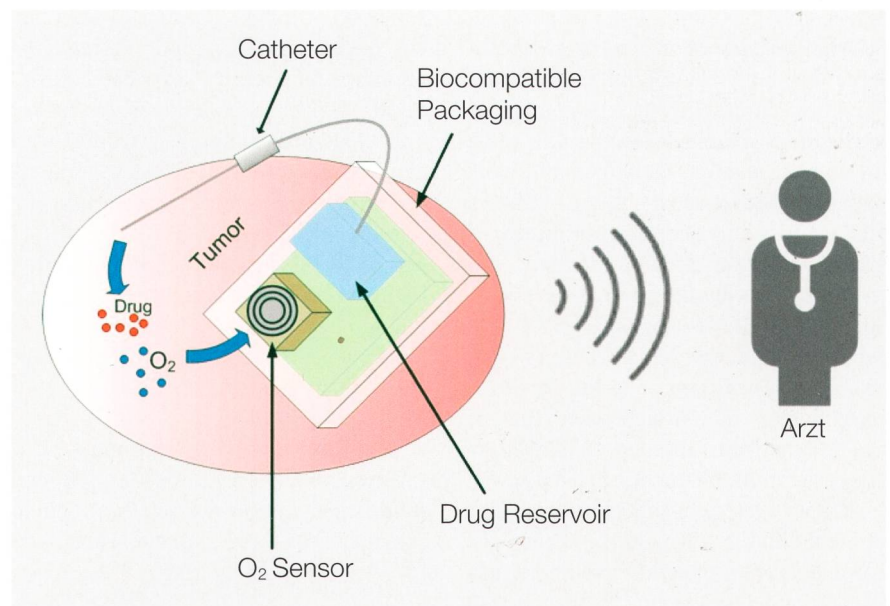


Bild 7 Anwendung des Implantats in der Tumorthherapie.

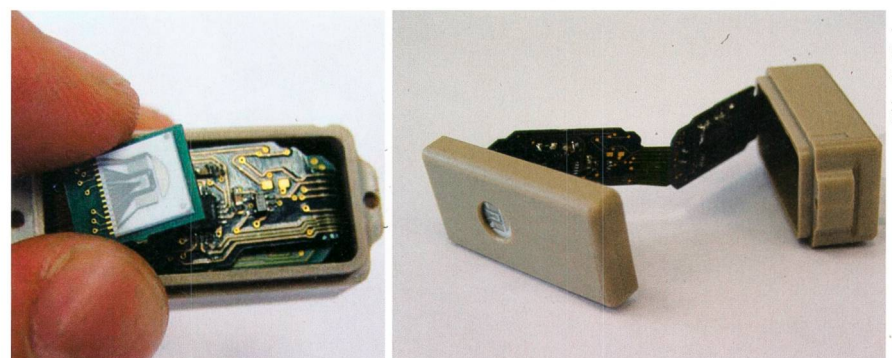


Bild 8 Prototyp des Implantats zur Tumordiagnose und Therapie mit aussenliegendem planarem Sauerstoffsensor (in geöffnetem Zustand).

Da therapeutische Systeme immer kleiner werden, ist es in Ansätzen schon möglich, medizinische Dienstleistungen auch telematisch zu erbringen. Für behandelnde Ärzte werden sich in Zukunft dank neuer Entwicklungen in der Mikrosensorik und der Übertragung von gut aufgelösten Bildaufnahmen zusätzliche Informationskanäle auftun. Weitere patientenspezifische Daten und Messwerte sind ebenfalls übertragbar. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei der Datensicherheit bei Übertragung und Speicherung zu, was eine Voraussetzung für eine Akzeptanz telematischer Behandlungsmöglichkeiten darstellt.

Referenzen

- [1] M. Middeke et al., Praktische Telemedizin in Kardiologie und Hypertensiologie, Thieme, 2009.
- [2] Ph. Martius, R. Weber, J. Kneitz, J. Barthel, B. Wolf, P. Friedrich, «Telemedizinische Anwendungsbeobachtung in der Psychokardiologischen Rehabilitation», Poster, 21, Rehabilitationswissenschaftliches Kolloquium, 5.-7.3.2012, Hamburg.
- [3] G. Clark, P. Beemsterboer, J. Rugh, «The treatment of nocturnal bruxism using contingent EMG feed-

back with an arousal task», Behav. Res. & Therapy, Vol. 19, S. 451–455, 1981.

- [4] D. A. Hofsøy, J. Clauss, B. Wolf, «An intelligent implant system for monitoring and biofeedback therapy of snoring», World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, 7.–12. September 2009, Munich, Germany, ISBN 978-3-642-03472-5, S. 196–199, IFMBE Proceedings, Volume 25/VIII, Olaf Dössel and Wolfgang C. Schlegel, Springer Heidelberg, 2009.
- [5] S. Becker, Y. Eminaga, D. Hofsøy, J. Clauss, J. Wiest, M. Sattler, M. Brischwein, H. Grothe, B. Wolf, «Implantable dissolved oxygen sensor system for monitoring disease and healing processes», Proceedings Deutsches Biosensor-Forum 2011, ISBN 978-3-00-034073-4, S.30, 3.–6. April 2011, Bad Heilgenstadt.

Angaben zu den Autoren

Prof. **Bernhard Wolf** ist Ordinarius am Heinz-Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der TU München.

TU München, De-80333 München, wolf@tum.de

Dipl.-Ing. **Thomas Spittler** ist Doktorand am Heinz-Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik.
spittler@tum.de

Dr. **Johannes Clauss** ist Dozent am Heinz-Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik.
clauss@tum.de

Dr. **Alexander Scholz** ist Geschäftsführer der Sensor GmbH.
sensor GmbH, DE-80335 München, info@sensors.de

Prof. **Petra Friedrich** ist Professorin an der Elektrotechnik-Fakultät, AAL, der Hochschule für angewandte Wissenschaften in Kempten.

Hochschule für angewandte Wissenschaften,
DE-87435 Kempten, friedrich@tum.de

Résumé

La télémédecine: une prise en charge en tout point efficace

Les domaines d'application du réseau de télémédecine Comes

Les réseaux de télémédecine tels que Comes (COgnitive MEDizinische Systeme für Diagnose und Therapie, systèmes médicaux cognitifs de diagnostic et de thérapie) permettent aux malades chroniques de tout âge de transmettre à leur médecin traitant leurs valeurs de tension artérielle et de glycémie ou d'autres données, et ce, via leur smartphone ou bien par Internet depuis leur domicile. La prise en charge thérapeutique des utilisateurs est assurée à l'aide de canaux de feedback sans qu'une visite au cabinet médical ne soit nécessaire. Les personnes actives à titre professionnel sont en mesure de se servir de ces réseaux comme d'accompagnateurs médicaux quotidiens. Étant donné que la taille des systèmes thérapeutiques ne cesse de diminuer, il est possible de fournir également des prestations médicales par voie télématique, et ce, dès les premières étapes du processus. Plusieurs canaux d'information supplémentaires seront à l'avenir à disposition des médecins traitants grâce aux nouvelles évolutions de la technologie des capteurs et de la transmission de prises de vue présentant une bonne résolution. Il sera également possible de transmettre d'autres données et valeurs mesurées spécifiques aux patients. Une importance particulière sera accordée à la sécurité des données lors de leur transmission et de leur stockage. Une question qui constituera une condition préalable à l'acceptation des possibilités de traitement télématiques auprès des patients. No

Karolin Herzog, MA, ist zuständig für Kommunikation und Projektkoordination am Heinz-Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der Technischen Universität München.

herzog.ka@tum.de

Für die Unterstützung danken die Autorinnen und Autoren der Heinz-Nixdorf-Stiftung, der DRV Klinik Bayern Süd in Höhenried, dem Unternehmen Synergy Systems, dem Bund der Freunde der Technischen Universität München, dem BMBF für die Förderung von Teilaspekten, Dr. med. H.-P. Elsässer und Dr. Jan von Overbeck für die medizinische Beratung sowie Gerlinde Felix für die redaktionelle Betreuung.

¹⁾ Schweizer Zentrum für Telemedizin Medgate, www.medgate.ch

²⁾ Statist. Bundesamt, Sterbefälle insgesamt 2010 nach den 10 häufigsten Todesursachen der International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-10), <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Todesursachen/Tabellen/SterbefaelleInsgesamt.html?nn=50798>, (6.8.12)

³⁾ WHO, www.who.int/medicacentre/factsheets/fs307/en/index.html, www.who.int/medicacentre/factsheets/fs315/en/index.html, 8.8.12

Anzeige

IS - E

die starke Softwarelösung für Energieversorger

- > Abrechnung aller Energiearten und Dienstleistungen
- > Flexible Produktgestaltung
- > Ein- / Zwei-Vertragsmodell
- > Unbundling
- > CRM / Marketing
- > Vertragsmanagement
- > Business Intelligence (BI) / Management-Informationssystem (MIS)
- > Integration von EDM-Systemen, Fernablesystemen, Ablesegeräten, Smart Metering

Über 420 Energieversorger mit mehr als 2 Mio. Messgeräten setzen auf das führende Informationssystem IS-E.

 **InnoSolv**
www.innosolv.ch