

# INDIVIDUELLER GESUNDHEITSCOACH FÜR DIE UNTERSTÜTZUNG VON PATIENTEN BEI DER BEHANDLUNG CHRONISCHER KRANKHEITEN

Pinsker M<sup>1</sup>, Gossy C<sup>1</sup>, Drobits M<sup>1</sup>, Schindler K<sup>2</sup>, Ludvik B<sup>2</sup>,  
Schreier G<sup>1</sup>

## **Kurzfassung**

*Der Erfolg der Behandlung von Patienten mit chronischen Krankheiten wie Diabetes mellitus ist stark an eine laufende Überwachung der relevanten Gesundheitsparameter geknüpft. Auf technischer Ebene werden dafür mittlerweile mehr und mehr telemedizinische Therapie-Management-Systeme eingesetzt. Um aber auch dem wichtigsten menschlichen Faktor, dem Patienten, Hilfestellung zu geben, wurde ein neuartiges Feedback-System, der HealthAdvisor-Service, in das System integriert, der den Patienten bei der Einhaltung seiner Therapievorgaben unterstützt. Die unmittelbar nach einer Messung oder wöchentlich generierten Feedback-Nachrichten werden dem Patienten auf seinem mobilen Patienten-Terminal präsentiert und sollen so zur Steigerung der Motivation und der Therapietreue führen, um damit den langfristige Erfolg der Behandlung sicherzustellen.*

## **1. Einleitung**

Die erfolgreiche Therapiegestaltung für Patienten mit chronischen Krankheiten wie Diabetes mellitus, Hypertonie oder Herzinsuffizienz setzt eine indikationsabhängige Überwachung der relevanten Gesundheitsparameter voraus. Dabei sind die Patienten angehalten Parameter wie Blutzucker, Blutdruck, Gewicht, Aktivität oder die Einnahme therapierelevanter Medikamente aufzuzeichnen, um dem Arzt eine Analyse dieser Daten und damit die individuelle Therapieeinstellung zu ermöglichen [2]. Aktuelle Ansätze bauen dabei auf der Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien auf, um sowohl den Patienten bei der Aufzeichnung der Daten als auch den Arzt bei deren Auswertung zu unterstützen [1]. Solche Systeme (*Abbildung 1*) werden als *Therapie-Management-Systeme* (TMS) bezeichnet.

### **1.1. Monitoring-Zentrale als Datendrehscheibe**

Die server-basierte *Monitoring-Zentrale* stellt das Kernstück eines TMS dar. Sie ist für die Speicherung und Verwaltung patientenbezogener Daten verantwortlich und stellt gegebenenfalls weitere Methoden für die Analyse der Daten (z.B. Visualisierung) und zur Unterstützung des Arztes bei der Verwaltung der Patienten (z.B. Erstellung eines Arztbriefes) bereit [7].

---

<sup>1</sup> Information Management & eHealth, Austrian Research Centers GmbH – ARC, Graz, Wien, Hall in Tirol

<sup>2</sup> Universitätsklinik für Innere Medizin III, Medizinische Universität Wien, Wien

## 1. 2. Verwaltung der Patientendaten mit dem Arzt-Terminal

Mithilfe des *Arzt-Terminals* kann der behandelnde Arzt die Daten seiner Patienten, die in der Monitoring-Zentrale gespeichert sind, verwalten. Um auf die lokale Installation einer Client-Software verzichten zu können, erfolgt der Zugriff dabei über einen Standard Web-Browser. Über eine *gesicherte Verbindung* kann nach Eingabe von Benutzername und Passwort von jedem PC mit Internet-Anschluss auf die Daten der Monitoring-Zentrale zugegriffen und so die dort verfügbaren Analyse- und Verwaltungsmethoden verwendet werden.

## 1. 3. Mobiles Monitoring therapierelevanter Daten

Die Anforderungen an den *Patienten-Terminal* unterscheiden sich deutlich von jenen an den Arzt-Terminal. Patienten, die an chronischen Krankheiten leiden, müssen unter Umständen sehr häufig und ortsunabhängig ihre Gesundheitsdaten (Blutzuckerwerte, Einnahme von Medikamenten, ...) erfassen. Dadurch kommt die Verwendung von PCs hier nur in Ausnahmefällen in Frage. Wegen ihrer hohen Verfügbarkeit und mobilen Einsatzfähigkeit bieten sich Mobiltelefone zur Aufzeichnung und Übertragung der gesundheitsrelevanten Daten durch den Patienten an [8]. Dabei erfolgt die Erfassung der Daten über Wireless-Application-Protocol-Seiten (WAP-Seiten) [4] oder spezielle, auf dem Mobiltelefon lauffähige Java 2 Micro Edition-Applikationen (J2ME-Applikationen) [6]. Bei beiden Varianten startet der Patient manuell ein Programm (mobiler Browser oder J2ME-Applikation), trägt mit Hilfe des alphanumerischen Tastenfeldes seine Daten in Formulare ein und initiiert die Übertragung.

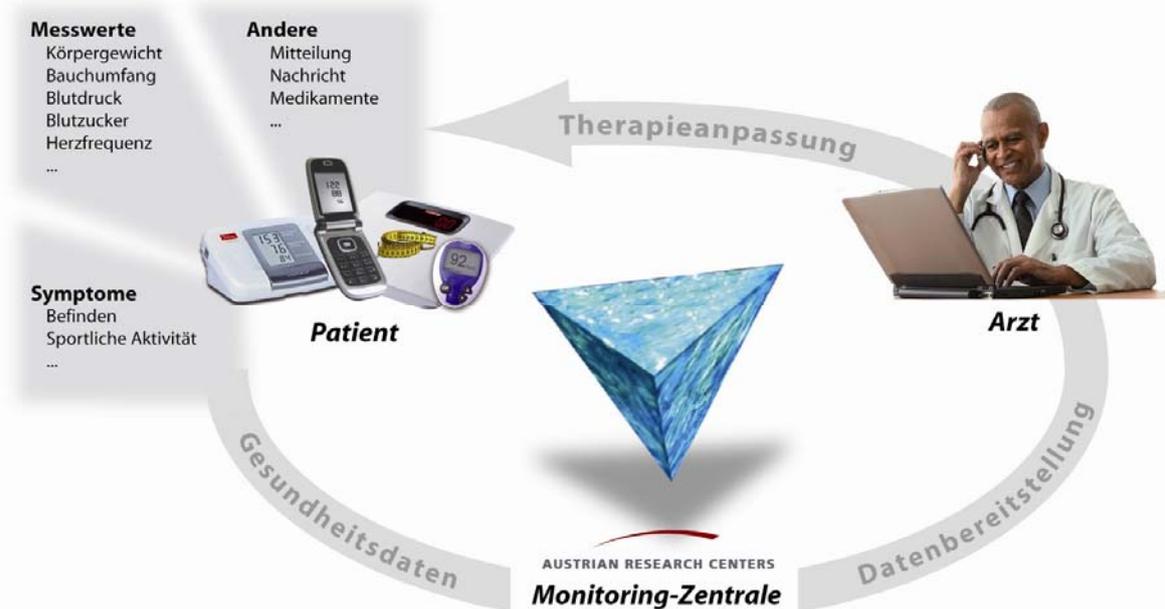


Abbildung 1: Kern-Elemente und Datenfluss eines Therapie-Management-Systems (Patienten-Terminal, Monitoring-Zentrale und Arzt-Terminal)

## 2. Methoden

### 2. 1. Telemedizinisches Therapie-Management-System

Die Monitoring-Zentrale wurde mit einem Applikations-Server (ZOPE 2.10) und einem Datenbank-Server (PostgreSQL 8.3) realisiert. Sie ermöglicht dem Arzt mit dem Arzt-Terminal (Web-Browser und PC) über eine Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS) Verbindung

- neue Patienten, deren Anamnese und Therapieform (inkl. Therapieziele) anzulegen
- Medikamente und deren Dosierung festzulegen
- Untersuchungen zu erfassen
- Arztbriefe und Messwert-Berichte im Portable Document Format (PDF) zu erstellen
- die übermittelten Daten zu visualisieren

Für den Patienten-Terminal wurde eine J2ME-Applikation für Mobiltelefone entwickelt, die zwei verschiedene Möglichkeiten der Dateneingabe unterstützt. Einerseits wird hier die „klassische“ manuelle Datenerfassung mit Hilfe des Tastenfeldes verwendet, andererseits kann bei einigen Handy-Modellen auch Near Field Communication (NFC) zum Einsatz kommen. Dabei muss der Patient das Mobiltelefon in die Nähe (einige cm) seines sogenannten persönlichen Patienten-Tags bringen und die Applikation wird automatisch gestartet. Anschließend „berührt“ er mit dem Mobiltelefon ein NFC-fähiges Messgerät, wodurch die Daten der letzten Messung ausgelesen und am Telefon gespeichert werden. Auch Daten wie das subjektive Befinden können über sogenannte Smiley-Tags erfasst werden. Nach der Datenerfassung sendet der Patient über eine HTTPS-Verbindung die Daten an die Monitoring-Zentrale, wo sie dann dem autorisierten Arzt zur Verfügung stehen [5].

## **2.2. Individuelles, automatisches Feedback**

Um die Patienten stärker in den Therapie-Prozess zu involvieren und damit ihre Therapietreue zu steigern, sollte die Monitoring-Zentrale um ein java-basiertes Web-Service zur automatischen Generierung individueller Feedback-Nachrichten erweitert werden. Diese Feedback-Nachrichten sollten einerseits durch die stärkere Einbeziehung das Interesse des Patienten an seiner Therapie wecken und so zu einer gesteigerten Datenaufzeichnung führen, sowie andererseits einen gewissen Schulungseffekt bewirken, da der Patient über eine abweichende Anwendung der vom Arzt definierten Therapievorgaben unmittelbar informiert wird.

Ziel dieser Entwicklung war es eine flexible Lösung zu finden, die:

- eine schnelle Implementierung neuer Indikationen (verschiedene chronische Krankheiten) und Anwendungsfälle (sofortiges Feedback, regelmäßiges Feedback, ...) unterstützt
- eine einfache Manipulation bestehender Implementierungen erlaubt

Um diese beiden Voraussetzungen zu erfüllen, sollte das Open-Source Business Rule Management System (BRMS) JBoss Drools (Version 4.0.7) in ein Java-Servlet integriert werden. Die Kombination dieser beiden Technologien wurde bereits prototypisch in einer vorangegangenen Studie erfolgreich eingesetzt [6]. Vor dem Hintergrund erweiterter Anforderungen (höhere Flexibilität) und erweiterter Möglichkeiten von JBoss Drools wurde eine Neukonzeptionierung und -implementierung notwendig.

Das BRMS arbeitet mit sogenannten Regelbasen. Eine Regelbasis ist eine Sammlung von Regeln, die einem gemeinsamen Zweck dienen, in diesem Fall der Erstellung von Feedback-Nachrichten. Die Funktion des BRMS ist der Vergleich von sogenannten Fakten (Gesundheitsdaten des Patienten) mit den einzelnen Regeln einer Regelbasis. Eine Regel besteht aus einem WENN-Teil und einem DANN-Teil. Werden die Bedingungen des WENN-Teils von den Fakten erfüllt, feuert die Regel, d.h. der DANN-Teil wird ausgeführt. Dabei werden z.B. bei einigen Regeln weitere Text-Bausteine zu der Feedback-Nachricht hinzugefügt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Implementierung des Basis-TMS

Das gesamte TMS wurde für die Behandlung von Patienten mit Diabetes mellitus (Typ I / II) für die folgenden Therapieformen implementiert:

- CT ... Konventionelle Insulintherapie
- ICT ... Intensivierte konventionelle Insulintherapie
- FIT ... Funktionelle Insulintherapie
- OAD ... Orale Antidiabetika
- BOT ... Basal unterstützte orale Therapie
- CSII ... Kontinuierliche subkutane Insulininfusion / Pumpentherapie

Patienten mit anderen Therapieformen können ebenfalls erfasst werden, dann entfallen jedoch einige therapieabhängige Vorkonfigurationen bestimmter Formular-Feldern (Sichtbarkeit).

#### 3.2. HealthAdvisor-Service zur Generierung von Feedback-Nachrichten

Das TMS wurde um den sogenannten *HealthAdvisor-Service* für die Generierung der Feedback-Nachrichten erweitert (*Abbildung 2*). Das Java-Servlet, nimmt über die XML-RPC-Schnittstelle von der Monitoring-Zentrale die Gesundheitsdaten des Patienten entgegen. Anschließend wählt der Rulebase-Selektor anhand der Indikation und des Feedbacktyps (sofortiges oder regelmäßiges Feedback, ...) die Regelbasis (Quelle: Drools-Rule-Language (DRL) – Datei) aus und reicht sie an das BRMS weiter. Hier werden nun durch alle feuernenden Regeln neue Text-Bausteine, sogenannte Feedback-Fragmente (Quelle: Comma-Separated-Value (CSV) – Datei) ausgewählt und der Feedback-Nachricht hinzugefügt. Nachdem sämtliche gültigen Regeln ausgeführt wurden, wird die individuelle Feedback-Nachricht an die Monitoring-Zentrale zurückgegeben und anschließend im Web-Formular oder auf dem Mobiltelefon dem Patienten angezeigt.

#### 3.3. Feedback für Patienten mit Diabetes mellitus

Es wurden Regelbasen für die Indikation *Diabetes mellitus* und zwei verschiedene Feedback-Typen implementiert, das *sofortige Feedback* und das *regelmäßige (wöchentliche) Feedback*. Grundvoraussetzung für die Erstellung beider Feedback-Typen ist die durch den Arzt festgelegte Therapie-Einstellung. Diese wird durch die folgenden Parameter festgelegt:

- Diagnose(n), Therapieform und Medikation
- Blutzucker-Korrektur-Faktoren (für Broteinheiten bzw. Normalinsulin) [3]
- Zielwerte der verschiedenen Gesundheitsparameter

Diese Konfiguration des Patienten wird für die Soll-Werte herangezogen, die mit den vom Patienten übermittelten Daten (Ist-Werte) als Fakten an die BRMS übergeben werden. Abhängig davon, ob und inwiefern sich diese Daten decken, werden unterschiedliche, individuelle Feedback-Nachrichten erzeugt.

Das *sofortige Feedback* wird nach jeder Datenübermittlung erzeugt. Dabei werden die Gesundheitsdaten der letzten zwölf Stunden und folgenden Therapieabweichungen berücksichtigt:

- Fehlende Einnahme von Insulin-Basalraten
- Abweichungen bei der Korrektur hoher Blutzuckerwerte mit Normal-Insulin
- Abweichungen bei der Korrektur niedriger Blutzuckerwerte durch die Einnahme definierter Mengen Kohlenhydrate (Broteinheiten)

- Abweichung von prandialen (mahlzeitbezogenen) Insulin-Raten

Das *wöchentliche Feedback* wird automatisch generiert und liefert den aktuellen Status bestimmter Gesundheitsparameter. Gegebenenfalls enthält die Feedback-Nachricht auch Anweisungen, die helfen sollen, den Gesundheitszustand des Patienten zu verbessern (z.B. Einhaltung der Einnahme von Basalraten, Ernährungsvorgaben). Beim wöchentlichen Feedback werden sämtliche Parameter, die der Patient mit dem Mobiltelefon übermittelt, berücksichtigt, im Falle des Diabetikers also Blutzucker, Insulindosierung, Blutdruck, Gewicht, Bauchumfang oder Aktivität.

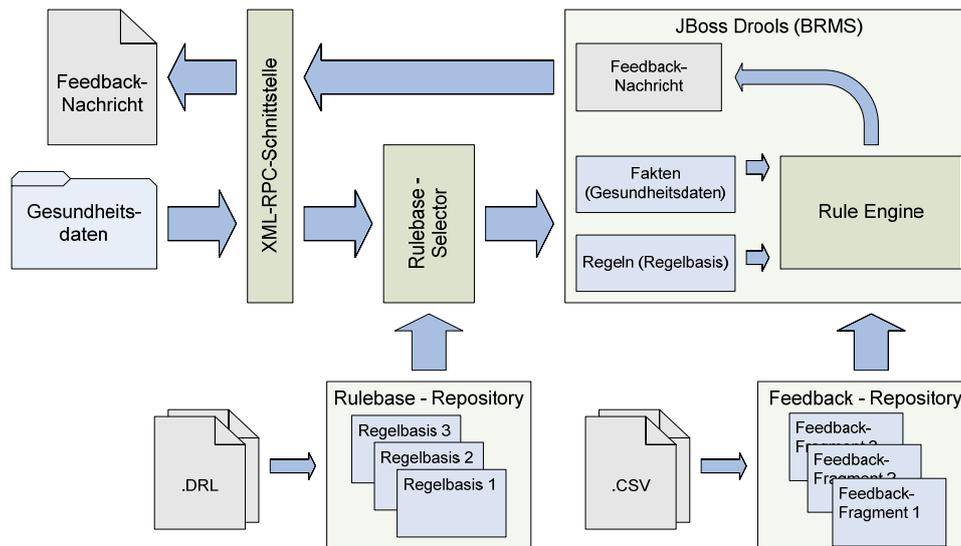


Abbildung 2: HealthAdvisor-Service (Java-Servlet) mit XML-RPC-Schnittstelle (zur Monitrong-Zentrale), dem Rulebase-Selektor für die Auswahl der Regelbasis und JBoss Drools für die Erzeugung von Feedbacks

## 4. Diskussion

Durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Therapieüberwachung von Patienten mit chronischen Krankheiten ergeben sich für beide am Therapieerfolg maßgeblich verantwortliche Akteure wesentliche Vorteile, wodurch eine laufende Therapieoptimierung optimal unterstützt wird. Der Arzt wird in erster Linie bei der Verwaltung seiner Patienten und bei der Auswertung des großen Umfangs therapierelevanter Daten unterstützt. Um es dem Arzt zu ermöglichen aus der Flut von gesammelten Daten die therapierelevante Informationen herauszufiltern, ist eine Aufbereitung der Daten in Form von Kennzahlen und Grafiken unumgänglich. Eine weitere Grundvoraussetzung zum optimalen Gelingen einer Therapie sind motivierte Patienten, die eine möglichst lückenlose Aufzeichnung ihre Gesundheitsdaten bereitstellen. Um dies zu gewährleisten benötigt man eine Methode, die es dem Patienten schnell und einfach ermöglicht die notwendigen Parameter zu übermitteln. Der Einsatz von Mobiltelefonen als Patienten-Terminal stellt dabei die Basis dar. Aber erst der Einsatz von Technologien wie NFC für die Erfassung der Daten wird den mobilen Patienten-Terminal perfektionieren.

Um die Motivation und damit auch die Therapietreue des Patienten über einen langen Zeitraum aufrecht zu erhalten, muss er stark in den Therapieprozess eingebunden werden. Diese Miteinbeziehung wird durch automatische, individuelle Feedback-Nachrichten realisiert. Der dafür entwickelte HealthAdvisor-Service ermöglicht durch seine Architektur eine laufende Anpassung und Erweiterung der Regelbasen für die Erzeugung der Feedback-Nachrichten. Dies wird durch die Verwendung eines BRMS realisiert, da hier eine klare Trennung von Programm-Code und Domänen-Wissen, in diesem Fall Wissen für die Erstellung von Feedback-Nachrichten, gegeben ist. Das

gesamte Domänen-Wissen liegt in der Regelbasis. Dies ermöglicht aber nicht nur weitere Indikationen (Hypertonie, Mangelernährung) für Feedback-Nachrichten hinzuzufügen, sondern erlaubt auch andere Analyse-Formen, wie die guideline-basierte Diagnose- oder Therapie-Erstellung, die dann den Arzt bei seiner Entscheidungsfindung unterstützt.

Die bereits implementierten Feedback-Nachrichten für Diabetiker sollen in weiterer Folge in einer kontrollierten klinischen Studie evaluiert werden. Dabei soll einerseits deren Korrektheit überprüft werden und andererseits evaluiert werden, ob sie dem Patienten helfen, seine vom Arzt definierten Therapievorgaben einzuhalten. Bei Abweichungen wird er sofort informiert und kann darauf entsprechend reagieren. Es erfolgen jedoch keine konkreten Dosierungs-Anweisungen, die zu einem gesundheitlich kritischen Zustand des Patienten führen könnten. Der Patient wird lediglich zur Kontrolle seiner Insulinberechnung bzw. der übermittelten Werte aufgefordert. Außerdem erhält er regelmäßige Feedback-Nachrichten, wie sich seine Gesundheitsparameter von Woche zu Woche entwickeln. Durch diese zusätzlichen Informationen ist zu erwarten, dass seine Mitarbeit am Therapieprozess und damit letztlich auch die Datenqualität steigen. Durch diese verbesserte Qualität und die Einhaltung der Behandlungsvorgaben wird dem Arzt eine geeignete Therapieeinstellung ermöglicht, und somit ein langfristiger Therapieerfolg gewährleistet.

## 5. Referenzen

- [1] GIMÉNEZ-PÉREZ, G., GALLACH, M., ACERA, E., PRIETO, A., CARRO, O., ORTEGA, E., GONZÁLEZ-CLEMENTE, J.-M. and MAURICIO, D., Evaluation of accessibility and use of new communication technologies in patients with type 1 diabetes mellitus, *J Med Internet Res* (4:3), 2002, pp. E16.
- [2] HOLMAN, H. and LORIG, K., Patients as partners in managing chronic disease. Partnership is a prerequisite for effective and efficient health care, *BMJ* (320:7234), 2000, pp. 526--527.
- [3] HOWORKA, K., *Functional Insulin Treatment: Principles, Teaching Approach and Practice*, Springer, Berlin Heidelberg, 1996.
- [4] KASTNER, P., MORAK, J., SCHINDLER, K., LUDVIK, B. and SCHREIER, G., Mobilfunkgestütztes Therapie-Management-System zur Compliance Förderung - Eine Pilotstudie mit Adipositas Patienten, in: Tagungsband des wissenschaftlichen Kongresses Medizin und Gesellschaft - Prävention und Versorgung: innovativ, qualitätsgesichert, sozial; 2007 Sep 17-21; Augsburg, 2007, pp. 162.
- [5] MORAK, J., SCHWETZ, V., HAYN, D., FRUHWALD, F. and SCHREIER, G., Electronic data capture platform for clinical research based on mobile phones and near field communication technology, in: *Proceedings of the IEEE EMBC*; 2008 Aug 20-24; Vancouver, 2008.
- [6] PINSKER, M., KASTNER, P. and SCHREIER, G., A telemedical therapy-management-system with rule based active patient-feedback, in: *Proceedings of the International Educational and Networking Forum for eHealth, Telemedicine and Health ICT*; 2007 Apr 18-20; Luxembourg, 2007, pp. 78-81.
- [7] PINSKER, M., SCHINDLER, K., MORAK, J., HAYN, D., KASTNER, P., RIEDL, M., LUDVIK, B. and SCHREIER, G., Experiences Using Mobile Phones as Patient-terminal for Telemedical Home Care and Therapy Monitoring of Patients Suffering from Chronic Diseases, in: *Proceedings of the 11th International Conference on Computers Helping People with Special Needs*; 2008 Jul 9-11; Linz, Austria, 2008, pp. 1305--1312.
- [8] TRUDEL, M., CAFAZZO, J. A., HAMILL, M., IGHARAS, W., TALLEVI, K., PICTON, P., Lam, J., ROSSOS, P. G., EASTY, A. C. and LOGAN, A., A mobile phone based remote patient monitoring system for chronic disease management, *Medinfo* (12:Pt 1), 2007, pp. 167--171.