

# KEEP IN TOUCH – Mobiles Telemonitoring überschreitet die Grenzen von Bluetooth

---

## Keep In Touch – Mobile Telemonitoring beyond Bluetooth

Jürgen MORAK, Robert MODRE-OSPRIAN and Günter SCHREIER  
*Safety & Security Department, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Austria*

**Zusammenfassung.** Effiziente medizinische Versorgung kann nur dann Platz greifen, wenn der Patient selbst mittels Telemonitoring in jene Prozesse, die seine Gesundheit bestimmen, eingebunden wird. Voraussetzung hierfür sind ein geeignetes Patienten-Terminal und der Barrierefreie Zugang zum Telemonitoring-System. Von der technischen Ausführung hängt es jedoch ab, ob es sich nahtlos in den Alltag des Patienten integrieren lässt und somit akzeptiert wird. Mit Keep In Touch (KIT) wurde ein mobiles Patienten-Terminal entwickelt, das den hohen Anforderungen an Benutzerfreundlichkeit und Sicherheit gerecht wird und die Erfassung aller, für die Behandlung notwendigen, Vitalparameter ermöglicht. Im Rahmen von drei Projekten wurden bislang 95 Patienten mit einem KIT Patienten-Terminal ausgestattet und haben während einer kumulativen Beobachtungsdauer von 14324 Tagen insgesamt 55341 Datenobjekte übertragen. Die Ergebnisse zeigen, dass KIT für den Einsatz als Patienten-Terminal, sogar in Patientengruppen mit höherem Alter, geeignet ist. Im Gegensatz zu mobilen Lösungen basierend auf Bluetooth Technologie bietet KIT eine sichere und dennoch benutzerfreundliche Handhabung für den Patienten sowie durch einfache Plug&Play Konfiguration minimalen Installations- und Wartungsaufwand für den Serviceprovider.

**Abstract.** Efficient medical care demands the patient to actively take part in those processes responsible for his health. Thus he has to take part in telemonitoring and uses a patient terminal to get access to the telemonitoring system. It depends on the technical solution and the barrier-free design of the patient terminal whether the patient is able to accept the system and willing to integrate the processes of data acquisition into daily routine. The Keep In Touch (KIT) solution is mobile phone based patient terminal that meets the high requirements of usability and security. It allows for easy and intuitive acquisition of all kind of vital signs being relevant for the therapy of chronic diseases. Up to now 95 patients in three different projects have been equipped with the KIT telemonitoring solution. In 14324 cumulative patient monitoring days 55341 data objects have been acquired and transmitted. The results indicate that KIT is feasible to act as patient terminal even in groups of elderly patients. Compared to mobile telemonitoring solutions based on Bluetooth KIT provides secure and easy handling for the patient and a

minimum effort for installing and maintaining the system thanks to the system's plug&play configuration.

**Keywords.** Keep In Touch, usability, mobile, near field communication,

## **Einleitung**

Der Erhalt sowie die Wiederherstellung des Gesundheitszustandes zählen zu den primären Zielen des Gesundheitswesens. Doch der Aspekt des demographischen Wandels einhergehend mit der steigenden Prävalenz von chronischen Krankheiten (Bluthochdruck, Herzschwäche, Diabetes...) stellt eine große Herausforderung für das heutige Gesundheitswesen dar [1]. Angesichts begrenzter finanzieller und humaner Ressourcen können medizinische Dienstleistungen nicht mehr länger nach dem herkömmlichen Schema angeboten werden. Hier besteht der Bedarf nach einem Wandel, wo die letzte freie Ressource, der Patient selbst, genützt wird. Dies kann durch „closed loop“ Konzepte erreicht werden, bei denen der Patient aktiv in die Behandlung und somit in den Informationsfluss eingebunden wird und bei denen mittels Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) den Patienten eine Schlüsselrolle in der Informationskette zugewiesen wird [2].

Unter anderem werden solche „closed loop“ Ansätze auch fürs Therapiemanagement von chronisch kranken Patienten verwendet. Ein typisches Telemonitoring Szenario kann dabei wie folgt lauten: der Patient lebt zuhause und misst täglich die für seine Krankheit relevanten Vitalparameter, wie z.B. Blutdruck, Blutzucker, Sauerstoffsättigung und Körpergewicht. Gemeinsam mit subjektiven Informationen (Wohlbefinden, Aktivität, Medikamenteneinnahme) werden diese Daten erfasst und auf elektronischem Wege an die Monitoring-Zentrale übermittelt. Dort werden die Daten vorverarbeitet, nach Auffälligkeiten analysiert und für die Einsicht durch den behandelnden Arzt entsprechend aufbereitet. Dieser trifft anhand dieser Daten die notwendigen Entscheidungen zur Optimierung der Therapie und lässt diese wieder dem Patienten zukommen. Somit kann der behandelnde Arzt bei gegebener örtlicher Trennung zum Patienten dennoch eine zeitnahe Intervention einleiten und den Patienten im bestmöglichen Gesundheitszustand halten [3].

In diesem komplexen Umfeld mit vielen Schnittstellen bedarf es Domänen-übergreifender Konzepte zur Bereitstellung einer Infrastruktur, die den Anforderungen aller, besonders in Bezug auf Benutzerfreundlichkeit und Sicherheit, gerecht wird.

Besonders wichtig sind hierbei die Eigenschaften des Patienten-Terminals (PT), vor allem dessen Bedienbarkeit und Wartbarkeit [4]. Sie sind maßgebliche Kriterien für den Erfolg einer in den klinischen Routinebetrieb integrierten Telemonitoring-Applikation. Es bedarf eines einfach zu bedienenden Systems, dem der Patient die notwendige Akzeptanz entgegenbringen kann, um die ihm zugeordnete zentrale Rolle der Informationskette dauerhaft einnehmen zu können. Darüber hinaus sollte durch ein einfaches, „Plug&Play“ konfigurierbares PT ein erheblich minimierter Installations-, Konfigurations- und Wartungsaufwand für den Serviceprovider erreicht und damit einhergehende Wirtschaftlichkeit erzielt werden.

## 1. Patienten-Terminal

Der typische Aufbau der Patienten-Umgebung zur Datenerfassung am und durch den Patienten selbst beinhaltet mehrere Messgeräte, die entweder kabelgebunden oder via Funk mit einer Basisstation kommunizieren. Als Beispiele hierfür treten PCs, PDAs, Set top Boxen oder speziell entwickelte Health Care Terminals in Erscheinung.

Dieses PT sammelt, visualisiert und vorverarbeitet die Daten aller Sensoren und bietet darüber hinaus die Möglichkeit zur manuellen Eingabe weiterer Parameter. Je nach Ausführung des PT kann jeweils nur ein Patient oder bei entsprechendem Benutzermanagement auch mehrere Patienten die Datenerfassung durchführen.

Die Daten werden in den meisten Fällen Internet-basiert an ein Backend-System, die Monitoring-Zentrale, übertragen. Automatisch in der Zentrale erzeugte oder vom behandelnden Arzt eingegebene Nachrichten, betreffend Therapieanpassungen, Verhaltenshinweise oder Motivationsnachrichten, werden neben Erinnerungen an das PT zurückgesandt und angezeigt.

### 1.1. Mobiltelefon

Mit dem Ziel, diesen Ablauf nahtlos in den Alltag einzubetten und begleitet durch den Wunsch nach Mobilität, rückt das Mobiltelefon (MT) als PT zusehends in den Fokus der Telemonitoring-Serviceprovider. Die ubiquitäre Verfügbarkeit dieser Funktechnologie sowie deren Verbreitung ermöglichen es, dass jeder und überall seine Gesundheitsdaten erfassen und weiterleiten kann [5].

Die Umsetzung dieser Idee wird durch die schnell voranschreitende Weiterentwicklung, wie schnellere Rechenleistung und Datenverbindungen, hochauflösenden Farbdisplays sowie Sensoren und Funktechnologien, noch zusehends erleichtert. Ein wesentlicher Vorteil des MT gegenüber anderen Geräten besteht in der Funktion des SMS Empfanges, wodurch Push Nachrichten, wie Erinnerungen oder Alarme, an den Patienten übermittelt werden können. Für die Art der Eingabe und Übertragung der Daten gibt es grundsätzlich zwei Ansätze [6]:

- Mobiler Browser
- Client-Applikation

In beiden Fällen besteht die Notwendigkeit der manuellen Interaktion zur Authentifizierung und der Eingabe der Gesundheitsdaten. Dies ist vor allem bei älteren und technisch weniger versierten Patienten eine Hürde, ihre Daten mit dem Mobiltelefon zu erfassen.

### 1.2. Drahtlose Kommunikation

Ein besonderer Vorteil von lokal installierten Applikationen ist die Fähigkeit, im Mobiltelefon verbaute Hardware bzw. Technologien wie Bluetooth anzusprechen und zu nutzen [7]. Bluetooth ist eine Funktechnologie, die eine drahtlose Kommunikation zwischen mobilen Kleingeräten, Computern und anderen Peripheriegeräten als auch Sensoren über Entfernungen bis zu einigen Metern ermöglicht [8].

Mittels Bluetooth können somit auch Sensordaten z.B. von einem Blutdruckmessgerät automatisch ans Mobiltelefon übertragen werden. Je nach Implementierung werden diese in Folge ungefragt weitergeleitet oder das MT verlangt eine Bestätigung. In jedem Fall müssen beide Geräte vorher gekoppelt werden (Suche, Auswahl, Pin-Eingabe), was manuell durchgeführt werden muss und zum Teil recht

aufwendig und kompliziert sein kann [9]. Des Weiteren können auf diese Weise nur Sensordaten erfasst werden. Benutzerdaten zur Authentifizierung als auch subjektive Informationen müssen weiterhin manuell eingegeben werden.

Neben Bluetooth bieten neuere Mobiltelefone mit Near Field Communication (NFC) eine weitere Funktechnologie, um Daten drahtlos zu übertragen. NFC ist zu Radio Frequency Identification (RFID) kompatibel und ermöglicht das Lesen von passiven RFID Tags als auch die direkte peer2peer Kommunikation zwischen zwei aktiven Geräten. Im Trägerband von 13,56MHz können Daten mit bis zu 424kBit/s über eine Distanz von weniger als 10 Zentimetern übertragen werden [10]. Eine Gegenüberstellung der Eigenschaften von Bluetooth und NFC Technologie ist in Tabelle 1 dargestellt.

Durch die geringe Reichweite von NFC und der Begrenzung auf nur zwei Kommunikationspartner ergibt sich eine Interaktion ähnlich der körperlichen Geste „Berührung“. Bringt man zwei NFC-fähige Geräte nahe genug aneinander, so werden diese automatisch gekoppelt und die Daten automatisch übertragen. Abhängig vom Inhalt der Daten können Prozesse unmittelbar darauf gestartet werden [11].

**Tabelle 1.** Tabellarische Gegenüberstellung der Eigenschaften von Bluetooth und NFC Technologie

<b>Eigenschaften</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>NFC</b>
Frequenzband	2,4 GHz	13,56 MHz
Datenrate	2,1 MBit/s (2.1 + EDR)	424 kBit/s
Reichweite	100 m (Klasse1)	< 10 cm
Verbindungsaufbau	> 5 s	< 0,1 s
Konfiguration	manuell	automatisch
Topologie	Netz (bis zu 255 Teilnehmer)	peer2peer (nur 2 Teilnehmer)
RFID kompatibel	nein	ja (ISO14443, ISO15692)

### *1.3. Keep In Touch basiertes Patienten-Terminal*

„Keep In Touch“ (KIT) ist ein von Austrian Institute of Technology entwickeltes intuitives Bedienkonzept in Verbindung mit einer einfachen Lösung zur Erfassung von Gesundheitsdaten [12]. Kontaktlose Smartcards dienen als Security Token zur Identifizierung des Patienten und zur Authentifizierung gegenüber dem Backend-System. Mittels RFID Tags wird ein Symbol- bzw. Objekt-basiertes Benutzerinterface realisiert, das die einfache Erfassung von subjektiven oder nicht messbaren Informationen ermöglicht. KIT-fähige Messgeräte können Messdaten durch die einfache Geste einer Berührung an ein NFC-fähiges Mobiltelefon und in Folge an die Monitoring-Zentrale übermitteln.

## **2. Methoden und Komponenten**

Auf Basis dieser Technologien wurde ein mobiles PT zur einfachen und sicheren Erfassung von Gesundheitsdaten entwickelt. Es ermöglicht dem Anwender, durch

Berühren von Objekten und Messgeräten den Prozess der Datenerfassung zu starten und durchzuführen und die weitere Übertragung an die Telemonitoring-Zentrale einzuleiten. Dieses PT besteht im Wesentlichen aus den folgenden vier Grundkomponenten, die je nach Indikation unterschiedlich ausgeprägt sein können:

### 2.1. Mobiltelefon

Zur berührungs-basierten Erfassung von Gesundheitsdaten mittels NFC-fähigem Mobiltelefon wurde eine Java 2 Micro Edition (J2ME) Software entwickelt. Diese Applikation bietet ein graphisches Benutzerinterface, das den Patienten durch den Prozess der Datenerfassung leitet und die Daten an das Backend-System übermittelt. Eingaben werden durch Berührung der unten angeführten Objekte getätigt. Der Ablauf der Datenerfassung ist konfigurierbar und kann für jeden Patienten individuell auf einer Web-Oberfläche (am PC Browser) vorgegeben werden. Die Applikation wird über jede Änderung per SMS informiert, worauf die neue Konfiguration automatisch nachgeladen wird.

### 2.2. ID Karten

Als Identifikations-Token wurden kontaktlose Smartcards vom Typ Mifare Classic 1K (NXP, Gratkorn, Österreich) eingeführt. Diese Karten wurden mit individuellen Schlüsseln als Teil eines speziellen Datensatzes programmiert. Durch Berühren dieser Karte mit dem Mobiltelefon wird die J2ME Applikation automatisch gestartet, der Benutzer am System angemeldet und jede darauf folgende Eingabe seinem Record zugeordnet (Abbildung 1, Links).

### 2.3. Symbolkarte

Um auf Fragestellungen, die am Mobiltelefon sowohl in Textform als auch symbolisch abgebildet sind, zu antworten, wurde eine Karte mit dazu passenden Symbolen entwickelt. Diese Symbole sind jeweils mit einem RFID Tag hinterlegt, der die abgebildete Information elektronisch speichert. Durch Berühren eines Symbols wird die darunter gespeicherte Information als Antwort ans Mobiltelefon übergeben (Abbildung 1, Rechts). Somit ergibt sich ein Symbol- und Berührungs-basiertes Benutzerinterface.

Neben der Beantwortung allgemeiner Fragen können Symbole mit der Bedeutung *ja*, *nein*, *mehr* oder *weniger* auch verwendet werden, um die tatsächliche Einnahme einer verordneten Medikamentendosis festzuhalten. Sportliche Abbildungen in Verbindung mit einer Skala eignen sich zur kombinierten Dokumentation von Aktivität und Intensität. Einfache Smiley-Symbole mit der Bedeutung *gut*, *mittel* und *schlecht* werden berührt, um auf die Frage des aktuellen Wohlbefindens zu antworten.

Je nach Indikation können unterschiedliche Symbolkategorien auf einer Karte kombiniert werden.

### 2.4. Messgeräte

Die berührungs-basierte Erfassung von Messwerten wurde realisiert indem Messgeräte mit einem NFC Interface ausgestattet wurden. Hierfür wurde ein NFC Funkmodul

speziell für den Einsatz in medizinischen Geräten entwickelt und in Serie gefertigt. Im Falle des Blutdruckmessgerätes wurde das NFC Modul direkt in das Gerät integriert und als eigenes Medizinprodukt unter dem Namen UA-767 Plus NFC (A&D, Tokyo, Japan) zugelassen. Durch Berührung mit dem MT an der mit *KIT* markierten Stelle wird der aktuell gemessene Wert ausgelesen (Abbildung 1, Mitte).

Für Messgeräte, die über eine von außen zugängliche Datenschnittstelle verfügen, wurde das NFC Modul mit eigener Spannungsversorgung in ein separates Gehäuse – die sogenannte *KIT-Box* – integriert. Die Körperwaage UC-321PL (A&D, Tokyo, Japan) sowie Blutzuckermessgeräte der OneTouch Ultra Reihe (LifeScan, Kalifornien, Vereinigte Staaten von Amerika) werden mittels Kabel an diese *KIT-Box* angeschlossen.



**Abbildung 1.** Komponenten und Ablauf der Datenerfassung: Start der mobilen Applikation durch Berühren der ID Karte (Links); Auslesen von Blutdruckmesswerten durch Berührung eines Blutdruckmessgerätes (Mitte); Beantwortung von am Mobiltelefon dargestellten Fragen durch Berühren von intelligenten Symbolen (Rechts).

Als Backend-System für das PT wurde eine Web-Plattform in Three Tier Client-Server Architektur entwickelt. Es empfängt und speichert die erfassten Daten und stellt sie für weitere Services bereit. Diese Services bereiten die Daten graphisch auf bzw. analysieren sie auf Grenzwertverletzungen, um entweder den zuständigen Arzt per Alarm oder den Patienten selbst per Feedback darauf hinzuweisen [13].

Gesichert durch Authentifizierungsmechanismen greift der Arzt mittels PC und Web-Browser auf dieses System zu. Neben der Einsicht der Verlaufsdaten und Alarme hat er die Möglichkeit, Anamnesedaten einzugeben, Medikamente zu verordnen und Grenzwerte zu definieren.

### 3. Ergebnisse

Nach der Entwicklung, Evaluierung im Labor [11] und ersten Einsätzen im klinischen Umfeld [14] wurde das KIT-basierte PT in folgenden Telemonitoring Applikationen zum Einsatz gebracht. Tabelle 2 beinhaltet eine Zusammenstellung von Anzahl, Geschlecht und Alter der in den Projekten beteiligten Personen, sowie die Auflistung der im jeweiligen Projekt entstandenen Datenverbindungen und übermittelten Datenobjekte.

#### 3.1. Klinische Studie – intelligentes Therapiemanagement für Diabetes

Im Rahmen einer klinischen Studie zur Evaluierung eines intelligenten Web-basierten Therapiemanagementsystems mit mobiler Datenerfassung und Feedback wurden bislang 13 Personen (5 weiblich, mittleres Alter  $32.8 \pm 23.9$  Jahre) mit einem KIT

Patienten-Terminal ausgestattet. Jüngere Teilnehmer erhielten nur das Mobiltelefon vom Typ Nokia 6212 classic (Nokia, Espoo, Finnland), die ID Karte und das KIT-fähige Blutzuckermessgerät. Angaben über Wohlbefinden, Aktivität und Intensität wurden manuell eingegeben. Teilnehmer über 50 Jahren wurden zusätzlich mit KIT-fähigen Blutdruckmessgeräten und Personenwaagen sowie einer Symbolkarte zur berührungs-basierten Eingabe von Wohlbefinden und Aktivität ausgestattet.

Während der kumulativen Monitoringdauer von 4204 Tagen wurden insgesamt 7621 Übertragungen durchgeführt, die in Summe 12319 Datenobjekte enthielten. Hierbei entfielen 52.6% der Datenobjekte auf Blutzuckerwerte (7541), 6.5% auf Blutdruckwerte (806), 1.0% auf Körpergewicht (125), 18.4% auf Aktivität mit Intensität (2272) und 10.3% auf Wohlbefinden (1269). 2.5% der übertragenen Datenobjekte (306) waren Freitextnachrichten, die manuell eingegeben wurden. In Summe wurden 89 (MW =  $7.0 \pm 6.6$  SA) SMS Nachrichten geschickt, um die J2ME Software zu triggern, eine neue Konfiguration oder Feedback-Nachricht nachzuladen.

### *3.2. Proof of Concept für die Routineversorgung von Patienten mit Herzschwäche*

Seit März 2009 werden Patienten, die an Herzschwäche leiden, nach der Entlassung aus stationärer Behandlung des Krankenhauses der Elisabethinen Linz mittels Telemonitoring betreut. Allen Patienten wurde ein einheitliches KIT-PT ausgehändigt, das aus einem MT vom Typ Nokia 6131 NFC (Nokia, Espoo, Finnland), ID Karte, Blutdruckmessgerät, Personenwaage und Symbolkarte zur Dokumentation der Medikamenteneinnahme und Angabe von Wohlbefinden besteht. Die am MT installierte Software hat einen streng definierten Ablauf, der das Körpergewicht separat überträgt und in einem zweiten Durchlauf Blutdruck kombiniert mit Medikamenteneinnahme und Wohlbefinden erfasst und übermittelt.

Bislang haben 21 Patienten (5 weiblich, mittleres Alter  $72.1 \pm 9.6$  Jahre) während einer kumulativen Behandlungsdauer von 6329 Tagen 10168 mobile Datenverbindungen zum Backend-System hergestellt. Davon entfielen 5121 auf Gewichtswerte und 5047 auf die übrige Datengruppe. In Summe wurden 31365 Datenobjekte übermittelt, wobei 16.1% auf Blutdruckdaten (5047), 16.3% auf Gewichtsdaten (5121), 51.5% auf Medikamenteneinnahmen (16450) und 16.1% auf Wohlbefinden (5047) entfielen. 166 (MW =  $7.9 \pm 4.9$  SA) vom Arzt vorgenommene Anpassungen der Medikation (Präparat oder Dosis) wurden direkt per SMS an das MT des jeweiligen Patienten mitgeteilt.

### *3.3. Proof of Concept für Prävention und Therapie von Diabetes Patienten*

Im Rahmen eines Pilotprojektes wurden seit Mai 2010 Versicherte einer Österreichischen Sozialversicherung im Zuge eines Kuraufenthaltes mit KIT Telemonitoring Equipment ausgestattet. Mittels KIT-fähigem MT vom Typ Nokia 6212 classic, Blutzuckermessgerät, Blutdruckmesswert, Personenwaage sowie ID Karte und Symbolkarte für Wohlbefinden, Aktivität und Intensität konnten relevante Gesundheitsdaten nach eigenem Ermessen erfasst und übertragen werden.

62 Diabetes Patienten (9 weiblich, mittleres Alter  $59.1 \pm 7.7$  Jahre) haben bislang über eine kumulative Dauer von 3791 Tagen am Projekt teilgenommen und im Zuge von insgesamt 6152 Übertragungen in Summe 11657 Datenobjekte an das Backend-System übermittelt. Hierbei entfielen 52.6% der Datenobjekte auf Blutzuckerwerte (6127), 18.0% auf Blutdruckwerte (2095), 3.4% auf Körpergewicht (395), 14.5% auf

Aktivität mit Intensität (1694) und 10.3% auf Wohlbefinden (1196). 1.3% der übertragenen Datenobjekte (150) entfielen auf manuell eingetippte Freitextnachrichten. Insgesamt wurden 261 (MW =  $4.2 \pm 2.6$  SA) SMS Nachrichten ausgesandt, um die J2ME Software auf ein Konfigurationsupdate hinzuweisen.

**Tabelle 2.** Tabellarische Aufstellung über Anzahl, Geschlecht und Alter der in den drei Projekten beteiligten Personen, sowie die Auflistung der im jeweiligen Projekt entstandenen Datenverbindungen und übermittelten Datenobjekte. Die Angabe erfolgt in Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung.

Parameter	Klinische Studie Diabetes		Proof of Concept Herzschwäche		Proof of Concept Diabetes	
	Summe	MW $\pm$ SA	Summe	MW $\pm$ SA	Summe	MW $\pm$ SA
Patienten (w)	13 (5)		21 (5)		62 (9)	
Alter [Jahre]		$32.8 \pm 24.0$		$71.9 \pm 9.6$		$59.1 \pm 7.7$
Monitoring-Dauer [Tage]	4204	$323 \pm 229$	6329	$301 \pm 209$	3791	$61.1 \pm 36.1$
Verbindungen	7621	$591 \pm 476$	10168	$484 \pm 339$	6152	$99.2 \pm 107.2$
Verbindungen pro Tag [n/Tag]		$2.0 \pm 1.3$		$1.5 \pm 0.4$		$1.8 \pm 1.5$
Datenobjekte	12319	$948 \pm 1123$	31365	$1493 \pm 1053$	11657	$188 \pm 154$
- Blutdruck	608	$62 \pm 104$	5047	$240 \pm 170$	2095	$33.8 \pm 31.4$
- Gewicht	125	$10 \pm 16$	5121	$243 \pm 170$	395	$6.4 \pm 6.3$
- Blutzucker	7541	$580 \pm 482$			6127	$98.8 \pm 106.1$
- Aktivität	1151	$89 \pm 271$			974	$15.7 \pm 17.1$
- Intensität	1121	$86 \pm 271$			720	$11.6 \pm 14.0$
- Medikation			16150	$769 \pm 544$		
- Befinden	1269	$98 \pm 76$	5047	$240 \pm 170$	1196	$19.3 \pm 25.5$

#### 4. Diskussion

Die Ergebnisse dieser Projekte zeigen, dass sich das Konzept von Keep In Touch bewährt und für den Einsatz als Patienten-Terminal, sogar in Patientengruppen mit höherem Alter, geeignet ist. Alle Teilnehmer waren in der Lage, die Geräte zu bedienen und täglich zu verwenden. Es gab keinen Drop-out aus technischen Gründen.

Maßgeblich beteiligt ist hierbei der Faktor Akzeptanz. Bei KIT drückt der Patient durch die körperliche Geste der Berührung seinen Willen zur weiteren Übermittlung seiner soeben gemessenen Werte aus. Bei Bluetooth wird ihm diese Entscheidung genommen, da die Daten in den meisten Fällen automatisch weiterübermittelt werden. Dies führt in der Regel auch zu falschen Datensätzen, wenn Messgeräte zwischendurch von anderen Personen verwendet werden. KIT geht indes einen Schritt weiter und ermöglicht sogar multi-User Management. Durch die Verwendung von mehreren ID

Karten können mehrere Personen (z.B. beide Ehepartner) mit einem Monitoring-Set die jeweiligen Daten erfassen und übertragen. Messungen, die nicht bewusst mittels der ID Karte einer dieser Personen zugeordnet werden, werden auch nicht übertragen.

Ein klarer Vorteil von KIT gegenüber Bluetooth Technologie zeigt sich im minimalen Einschulungsaufwand. Selbst im Falle der Herzschwäche-Patienten mit dem Durchschnittsalter von 71.9 Jahren reichte eine einmalige Einführungsdemonstration während der Entlassung im Krankenhaus. Das Monitoring-Set wurde dem Patienten in Folge via Postweg zugestellt. In drei Viertel aller Fälle konnten die Patienten das System selbst in Betrieb nehmen. In den übrigen Fällen reichte ein kurzes Telefonat mit dem HelpDesk, um den Ablauf ein weiteres Mal unter Anweisung durchzuspielen. Eine Konfiguration seitens des Patienten ist nicht mehr nötig.

Auch der Austausch von defekten Geräten funktionierte auf dem Postweg. Im Bedarfsfall erhielt der Patient einen Brief mit dem Austauschgerät und sendete das defekte Gerät mittels beiliegenden Rücksendekuverts zurück. Die Inbetriebnahme des neuen Gerätes funktionierte ohne Konfiguration oder Einstellung und bedurfte somit keines weiteren Telefonats mit dem HelpDesk. Im Falle einer Bluetooth-basierten Lösung wäre ein Geräte austausch durch die notwendige Kopplung der Geräte mit erheblichem Konfigurationsaufwand verbunden.

Die gegenüberstellende Auflistung von Tabelle 2 zeigt, dass die Gruppe der Herzschwäche-Patienten ein ausgewogenes Verhältnis in der Mengenverteilung von Gewichtswerten, Blutdruckwerten und Wohlbefinden aufweist. Dies resultiert aus dem streng definierten Ablauf der am MT installierten Software. Da die Waage meist im Badezimmer aufgestellt ist, wird das Körpergewicht separat übertragen. In einem zweiten Durchlauf wird der Blutdruck zwingend mit den Fragen bezüglich Medikamenteneinnahme und Wohlbefinden kombiniert. Diese Prozedur wird jeweils ein Mal am Tag durchgeführt und umfasst die Abfrage von bis zu 4 Medikamenten. Im Falle von Diabetes Patienten, wo mehrmals am Tag Blutzuckerwerte gemessen bzw. sportliche Aktivitäten durchgeführt werden, besteht kein vordefinierter Ablauf der Datenerfassung. Dies zeigt sich auch in der Verteilung mit deutlich mehr Blutzuckerwerten als z.B. Gewichts- oder Blutdruckwerten.

Individuelle Anforderungen an den Datenerfassungsprozess, die durch unterschiedliche Indikationen und Benutzergruppen (Alter und technische Fähigkeiten) zustande kommen, wurden durch die intelligente Gestaltung der mobilen J2ME Applikation berücksichtigt. Durch den modularen Aufbau und die zentrale Konfiguration, können für jeden Patienten individuell die zu erfassenden Parameter, der Ablauf des Datenerfassungsprozesses und die Eingabemethode (KIT und/oder manuell) vorgegeben werden.

Da Herzschwäche-Patienten einmal täglich dieselben Daten erfassen, macht es Sinn, diese in einem vordefinierten Ablauf generell über KIT durchzuführen. Im Falle von Jugendlichen, die an Diabetes leiden, zeigte sich, dass sie durchaus in der Lage sind, die Daten ohne vordefinierten Ablauf manuell einzugeben. Bei Erfassung von Blutzuckerdaten macht es jedoch Sinn, nur die automatische Methode via KIT zuzulassen, da somit Falschwerte vermieden werden können, die aus Unachtsamkeit oder auch bewusst eingetippt würden. Bei Jugendlichen wäre für dieses Szenario auch Bluetooth geeignet. Jugendliche haben keine Scheu vor der Technik und können die notwendige Konfiguration selbst vornehmen. Auch die für diese Zielgruppe gefertigten MT verfügen zum Großteil über Bluetooth.

Dies ist momentan der wesentliche Nachteil bei KIT. Durch die Abhängigkeit von NFC-fähigen MT, von denen momentan nur wenige Modelle verfügbar sind, kann

diese Methode noch (kaum) mit dem eigenen MT durchgeführt werden. Es ist jedoch zu erwarten, dass sich diese Situation verbessern wird, da in Zukunft mehrere Endgeräte (MT und Smartphone) mit NFC ausgestattet werden, um damit berührungslose Ticket- und Bezahldienste nutzen zu können.

## 5. Schlussfolgerung

Mittels KIT konnte ein intuitives Patienten-Terminal entwickelt werden, das die einheitliche und nahtlose Erfassung aller für die Therapie von chronischen Krankheiten notwendigen Parametern ermöglicht. Besonders in Hinblick auf ältere und technisch weniger versierte Personengruppen konnte durch die KIT Technologie die für viele als Hürde empfundene Technik unsichtbar in den Hintergrund gestellt werden.

Im Gegensatz zu mobilen Lösungen basierend auf Bluetooth Technologie bietet KIT eine sichere und dennoch benutzerfreundliche Handhabung für den Patienten sowie durch einfache Plug&Play Konfiguration minimalen Installations- und Wartungsaufwand für den Serviceprovider. Damit konnten wesentliche Voraussetzungen erfüllt werden, den Patienten Barrierefrei in den Therapieprozess einzubinden und Telemonitoring im Rahmen von Pilotprojekten in den klinischen Routinebetrieb zu integrieren.

## Referenzen

- [1] R. Haux, Health information systems - past, present, future. *Int J Med Inform.* (2006), 75(3-4):268–81.
- [2] E. Seto, Cost comparison between telemonitoring and usual care of heart failure: a systematic review. *Telemedicine and e-Health*, (2008), 14(7):679-686.
- [3] S. I. Chaudhry, et al. Telemonitoring for patients with chronic heart failure: a systematic review, *Journal of Cardiac Failure*, (2007), 13(1):56-62.
- [4] H., et al. Barriers and drivers of health information technology use for the elderly, chronically ill, and underserved, *Evid Rep Technol Assess*, (2008), (175):1-1422.
- [5] D. Scherr, et al. Mobile phone-based surveillance of cardiac patients at home, *Journal of Telemedicine and Telecare* (2006), 12:255-261.
- [6] A. Kollmann, P. Kastner, and G. Schreier, *Web and Mobile-Based Applications for Healthcare Management*, chapter Utilizing mobile phones as patient terminal in managing chronic diseases, Hershey, PA: IRM Press, 2007
- [7] Y. Jasemian and L. Arendt-Nielsen, Evaluation of a realtime, remote monitoring telemedicine system using the Bluetooth protocol and a mobile phone network, *Journal of Telemedicine and Telecare*, (2005), 11(5):256-260.
- [8] D. Kaputa, et al. A portable, inexpensive, wireless vital signs monitoring system, (2010), 44(4):350-3.
- [9] R. S. Istepanian, et al. Evaluation of a mobile phone telemonitoring system for glycaemic control in patients with diabetes, *J Telemed Telecare*. 15(3) (2009), 125-8.
- [10] E. Strömmer, et al. Application of Near Field Communication for Health Monitoring in Daily Life, *Proceedings of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference*, (2006), 1:3246-9.
- [11] J. Morak, et al. Feasibility and usability of a home monitoring concept based on mobile phones and near field communication (NFC) technology, *Medinfo*, (2007), 12:112-6.
- [12] C. Ebner, et al. Telemonitoring bei Herzschwäche Patienten - Von der Wissenschaft zur Anwendung, *eHealth2009 & eHealth Benchmarking 2009*, OCG (2009), 17-23.
- [13] P. Kastner, et al. Innovative telemonitoring system for cardiology: from science to routine operation, *Applied Clinical Informatics*, (2010), Vol. 1: Issue 2, 165-176.
- [14] J. Morak, et al. Electronic data capture platform for clinical research based on mobile phones and near field communication technology, *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, (2008), 5334-7.