

Please quote as: Prinz, A. & Leimeister, J. M. (2012): Mobile Systeme im Gesundheitswesen - NFC-basiertes Electronic Data Capturing. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Vol. 286, Verlag/Publisher: dpunkt Verlag. Erscheinungsjahr/Year: 2012. Seiten/Pages: 73-82.

Mobile Systeme im Gesundheitswesen

NFC-basiertes Electronic Data Capturing

Mobile Electronic-Data-Capture-(EDC-)Systeme erlauben eine schnelle, einfache und kostengünstige Erfassung von Patientendaten in Echtzeit. Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung, Implementierung und Evaluierung eines EDC-Systems zur Selbstbewertung des Gesundheitsstatus. Patienten mit feinmotorischen Störungen akzeptierten das System und bewerteten es als handhabbar und effektiv in der Dokumentation des aktuellen Gesundheitszustands. Aktive Teilnahme und Integration von Patienten führten zu einer besseren Dokumentation und Datengrundlage für die medizinische Behandlung und Pflege.

Inhaltsübersicht

- 1 Mobile Electronic-Data-Capture-Systeme im Gesundheitswesen
- 2 Entwicklung und Forschungsmethode
 - 2.1 Designziele
 - 2.2 Forschungsmethode folgt dem Design-Science-Ansatz
- 3 Design des Electronic-Data-Capture-Systems auf Basis von Near Field Communication
 - 3.1 »Smart Poster« und mobile Applikation
 - 3.2 Anwendung für den Arzt
- 4 Evaluierung
- 5 Auswertung der Resultate
 - 5.1 Deskriptive Auswertung
 - 5.2 Evaluation anhand der Designziele
- 6 Zusätzliche Funktionen mit neuer Hardware
- 7 Literatur

1 Mobile Electronic-Data-Capture-Systeme im Gesundheitswesen

Um die bestmögliche Behandlung zu garantieren, benötigen Ärzte aktuellste Informationen über den tatsächlichen Zustand ihrer Patienten und deren Wohlbefinden. Die Erfassung, Archivierung und Analyse von Informationen über den Gesundheitszustand bringen logistische Herausforderungen mit sich [Wolfe & Pincus 1995]. Bei Patienten, die zu Hause leben, bedeutet die Erhebung eine noch größere Herausforderung, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass geschultes Personal vor Ort ist. Für eine optimale therapeutische Entscheidungsfindung und Anpassung bedarf es jedoch genauer Informationen über den Zustand des Patienten. Einen möglichen Ansatz zur Verbesserung der Datenqualität über den Gesundheitszustand eines Patienten können mobile elektronische Systeme zur Datenerfassung bieten. Mobile Geräte genießen einen hohen Grad an Akzeptanz und werden zunehmend im Gesundheitswesen eingesetzt [Leimeister et al. 2005]. Telekommunikationsnetzwerke ermöglichen eine flexible, ortsungebundene Überwachung des Zustands des Patienten. Außerdem können Kosten gesenkt werden, da die Patienten selbst Datenerfassungsaufgaben übernehmen.

Nach einem Überblick über ähnliche Near-Field-Communication-(NFC-)basierte Systeme und ihrer Nutzenpotenziale wird auf die Entwicklung und Evaluation eines mobilen NFC-basierten EDC-Systems für die Patientenselbstbewertung eingegangen. Dies beinhaltet eine Diskussion und gewonnene Einsichten bezüglich des Entwurfs einer kontaktlosen Erfassung von Selbsteinschätzungsdaten der Patienten.

Der Beitrag schließt mit einer Diskussion darüber, welchen Beitrag dieses Forschungsvorhaben leisten kann, welche Implikationen es mit sich bringt und welche Empfehlungen für zukünftige Forschung abgeleitet werden können.

Verwandte Arbeiten zum Erfassen des Gesundheitszustands

Bei der Behandlung ist der Arzt oft auf eine Selbsteinschätzung von Patienten, deren Charakteristika und Verhaltensweisen angewiesen, um den Krankheitsfortschritt und die Wirkung der Behandlung einschätzen zu können. In den letzten Jahrzehnten gab es einen ständigen Fortschritt in der Entwicklung von Messtechniken für alle Arten von Krankheiten. Eine Vielzahl von Bewertungsskalen wird benutzt, um den Zustand von Patienten zu erfassen. Diese reichen von Beeinträchtigungsskalen bis hin zu Instrumenten zur Messung von gesundheitsbezogener Lebensqualität [Welsh et al. 2003]. Verschiedene Studien haben aufgezeigt, wie wichtig und wertvoll die Selbstbewertung von Krankheiten durch Patienten ist und welche Einflüsse dies auf die weitere Behandlung hat [Strömberg et al. 2001]. Des Weiteren konnten sie aufzeigen, dass die Selbsteinschätzung von Patienten ausreichend valide und zuverlässig für die weitere therapeutische Entscheidungsfindung ist. Folgekosten einer unangemessenen Behandlung sind schwer zu messen, aber die negative Auswirkung auf die Lebensqualität der Patienten ist offensichtlich.

Informationen über den Gesundheitszustand sind traditionell über Papierfragebögen erhoben worden. Papierbasierte Patientenumfragen und Fragebögen zur Erhebung des Gesundheitszustands sind zeit- und kostenintensiv. Durch Zeitverzögerungen beim Versenden der Fragebögen via Brief und der Digitalisierung der Daten bei Ankunft können Ungenauigkeiten im Laufe der Zeit entstehen. Dies kann in eine unangemessene oder nicht zum aktuellen Gesundheitszustand passende Behandlung münden.

Elektronische Fragebögen überwinden diese Defizite, indem sie eine Aggregation und Berechnung von Daten in Echtzeit ermöglichen, die Zeit für die Datenerfassung reduzieren und so die Bereitschaft der Patienten zur Teilnahme erhöhen können [Nyholm et al. 2004]. Für Ärzte und Klinikpersonal sind die Daten nahezu in Echtzeit verfügbar. Ärzte können ortsunabhängig in die Behandlung eingreifen und diese optimieren [Velikova et al. 1999]. Durch das frühzeitige Eingreifen in die Behandlung lassen sich Fehlmedikationen und unnötige Behandlungen vermeiden und somit das Gesundheitswesen entlasten.

Derzeit gibt es zahlreiche Studien, die sich mit verschiedenen Arten der elektronischen Datenerfassung (EDC) beschäftigen. Der Gebrauch von NFC-Technologie für die elektronische Selbsteinschätzung von Patienten ist dagegen vergleichsweise neu und selten umgesetzt. NFC ist eine Hochfrequenztechnologie zur kabellosen Nahbereichskommunikation, die auf einer Frequenz von 13,56 Mhz basiert, die einen Austausch von Daten zwischen Geräten innerhalb einer Distanz von zehn Zentimetern (ungefähr vier Zoll) ermöglicht.

EDC-Anwendungen werden unter Verwendung von NFC bislang in der häuslichen Umgebung genutzt, um Daten einfach zu erfassen, indem Anwender medizinische Gerätschaften mit einem Mobiltelefon berühren. Im klinischen Kontext benutzen verschiedenste Forscher die NFC-Technologie zur Vermeidung von Medikationsfehlern in Krankenhäusern.

2 Entwicklung und Forschungsmethode

Es wurde ein Anwendungsfall identifiziert, der von der Anwendung von EDC-Systemen profitieren kann, sowohl aus einer ökonomischen Perspektive als auch in Hinsicht auf eine Auswirkung auf den Gesundheitszustand der Patienten und ihre Lebensqualität. Es handelt sich dabei um Bewertungsskalen und Fragebögen bezüglich der fortschreitenden Krankheitsent-

wicklung bei Patienten mit amyotropher Lateralsklerose (ALS). Die ALS ist eine seltene, unheilbare Krankheit, die im Verlauf von Monaten bis wenigen Jahren zu einer vollständigen Lähmung des Körpers und schließlich zum Tod führt. Das Durchschnittsalter der Betroffenen liegt bei 56-58 Jahren. In der Folge der ALS erleiden die Patienten eine neurologisch bedingte Bewegungslosigkeit, sodass die Betroffenen in allen Bereichen des täglichen Lebens auf vollständige Hilfe und Pflege angewiesen sind. Neben altersbedingten Verschlechterungen der Sinnesorgane, wie das Hören, Sehen und Tasten, erschweren Lähmungserscheinungen das Bedienen mobiler Geräte, bedingt durch kleine Tasten und Displays. Aufgrund der speziellen Anforderungen benötigen die Patienten ein System, das auch mit ihrer eingeschränkten Feinmotorik einfach zu benutzen ist. Da die Integration von Endbenutzern in den Entwicklungsprozess ein Erfolgsfaktor für die gute Umsetzung interaktiver Produkte sein kann, sind Elemente des User-Centered Design (UCD) eingesetzt worden. Der Prototyp ist dann in kleinen Schritten iterativ mit Patienten evaluiert worden.

2.1 Designziele

Die Ziele der NFC-basierten EDC-Lösung sind anhand von Diskussionen und Beobachtungen bei der Behandlung mit Ärzten, Patienten und Angehörigen identifiziert worden. Im Fall der ALS ergaben sich mehrere Herausforderungen. Bisher fehlte eine kontinuierliche Dokumentation des Gesundheitszustands. Infolgedessen sollte ein System entwickelt werden, das die kontinuierliche Dokumentation des Gesundheitszustands durch den Patienten erlaubt. Die zweite Herausforderung bestand in der eingeschränkten Feinmotorik und der fortschreitenden Lähmung der Patienten. Um eine für die Patienten geeignete Technologie zu identifizieren, sind verschiedene Tests durchgeführt worden. NFC hat als die geeignetste Interaktionsform hinsichtlich pragmatischer und hedonistischer Qualität abgeschnitten [Prinz et al. 2012].

Das NFC-basierte EDC-System für Patienten mit eingeschränkter Motorik (genannt inSERT) basiert auf den folgenden Hauptzielen:

- *Erhöhung der Usability ((a) Einfachheit der Bedienung und (b) wahrgenommene Nützlichkeit):* Usability-Aspekte sind wichtig in der Entwicklung von Applikationen, die einfach zu handhaben sein sollen und die Bedürfnisse der Nutzergruppe zu befriedigen haben.
- *Erhöhung der Bereitschaft zur Nutzung:* Diese Dimension ist ein Anzeichen für zukünftige Nutzung und kann als Erfolgsvariable betrachtet werden.
- *Erhöhung von Bestätigungserwartungen:* Die Fragen zur Bestätigung der Erwartungshaltungen an das System sind eine wichtige Dimension für die Erklärung der Bereitschaft zur weiteren IT-Nutzung.
- *Bereitstellung einer effizienten und intuitiven Art der Interaktion, die für Patienten mit eingeschränkter Feinmotorik geeignet ist:* Es ist eine zentrale Forderung, dass Patienten mit eingeschränkter Feinmotorik das System nutzen können. Ansonsten ist nicht sichergestellt, dass die Daten kontinuierlich und zuverlässig eingegeben werden.
- *Verbesserung der Informationsqualität:* Die Ergebnisse sollen als Grundlage für medizinische Entscheidungsfindung geeignet sein.

2.2 Forschungsmethode folgt dem Design-Science-Ansatz

Das Vorgehen ist dem Design Science zuzuordnen [Hevner et al. 2004], das darauf abzielt, über den Entwurf und die Evaluation neuer Artefakte, Lösungen für organisatorische Probleme zu liefern. Der Entwicklungsprozess besteht im Allgemeinen aus Analysen, Entwurf, Implementierung und Evaluation eines Artefakts, in diesem Fall der EDC-Lösung. Da die Nutzer generell keine Vorerfahrungen mit mobilen EDC-Dienstleistungen hatten und die Einbeziehung des Nutzers in den Systementwicklungsprozess ein anerkannter Erfolgsfaktor ist, ist die Ambient-

Assisted-Living-(AAL-)Dienstleistungsentwicklungsmethode (AALSDA) von [Menschner et al. 2011] verwendet worden (vgl. Abb. 1).

Zu Beginn sind Analysen des Behandlungsprozesses und der Versorgung von ALS-Patienten erfolgt. Hintergrundinformationen lieferten Literaturrecherchen, Fallstudien, Interviews, Fragebögen, Beobachtungen und eine Dokumentenanalyse. Basierend auf den Erkenntnissen der Analysen und den zuvor genannten Designzielen, ist ein Entwurfskonzept und ein Low-Fidelity-Prototyp entwickelt worden, der dann sowohl in Fokusgruppen als auch in Workshops bewertet wurde. Im Anschluss daran ist ein voll funktionsfähiger Prototyp entstanden, der anschließend in einem zwölfwöchigen Feldtest mit ALS-Patienten evaluiert wurde.

3 Design des Electronic-Data-Capture-Systems auf Basis von Near Field Communication

Das System besteht aus einem Mobiltelefon mit eingebautem NFC-Lesegerät und einem Smart Poster, das auf der Rückseite mit NFC-Tags ausgestattet ist. Für den Patienten ist die NFC-Technologie unsichtbar. Auf der Vorderseite des Posters befinden sich nur die gedruckten Frage- und Antwortbereiche. Auf der Rückseite sind die Tags ver-

baut. Die übermittelten und aggregierten Daten werden verarbeitet und in der zentralen Einheit des Systems gespeichert. Ärzte und Pflegepersonal können sie über eine Anwendung analysieren.

3.1 »Smart Poster« und mobile Applikation

In den Tests, die während des Entwicklungsprozesses durchgeführt wurden, konnte gezeigt werden, dass die NFC-Lösung sowohl iPhone- und PC-Varianten als auch papierbasierte Lösungen im Hinblick auf pragmatische und hedonistische Aspekte übertrifft [Prinz et al. 2012]. Die einfach zu erlernende Interaktion zwischen Mobiltelefon und Smart Poster macht die Technologie besonders für ältere Menschen und Patienten mit eingeschränkter Feinmotorik handhabbar, die nicht mit dem Gebrauch von Mobiltelefonen oder Computern vertraut sind.

Abbildung 2 zeigt das Smart Poster mit dem Selbsteinschätzungsfragebogen. Die Fragen sind dem ALSFRS_r (Amyotrophic Lateral Sclerosis Functional Rating Scale revised) entnommen, der ein international anerkanntes Bewertungsinstrument zur Ermittlung der Krankheitsprogression bei ALS ist. Es handelt sich um einen 12-teiligen Selbstbewertungsfragebogen, der Symptombereiche wie Sprache, Speichelfluss, Schlucken, motorische Funktion und Luftnot abdeckt.

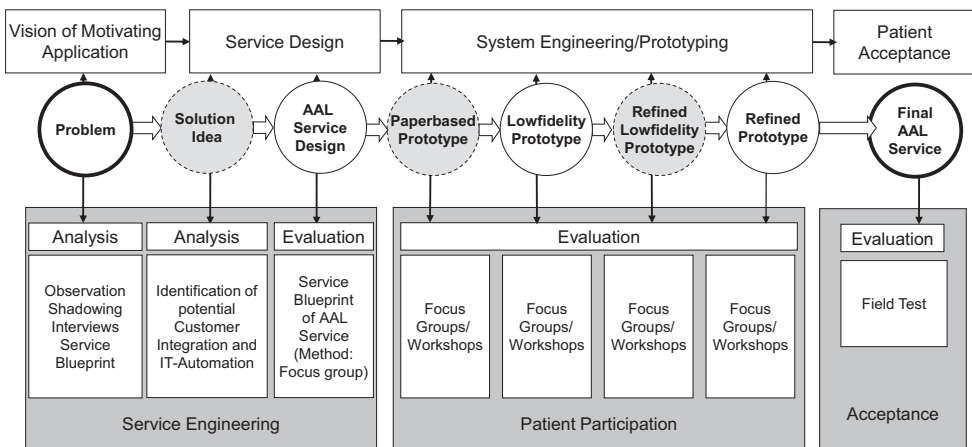


Abb. 1: Dienstleistungsentwicklungsmethode (AALSDA) [Menschner et al. 2011]

Um die Applikation zu starten, reicht eine Berührung des »Start«-Icons mit dem Mobiltelefon. Nachdem die Applikation geladen ist, muss der Patient eine der zwölf Fragen berühren. Wie in Abbildung 3 dargestellt, müssen Patienten vier einfachen Schritten folgen, um die Frage über das EDC-System zu beantworten.

Sobald ein Kontakt hergestellt wird, gibt das mobile Gerät dem Nutzer ein akustisches, haptisches und visuelles Feedback. Als akustische Bestätigung wird der Titel der gewählten Frage vorgelesen. Eine Vibration des Telefons dient als haptisches Feedback, und das Display zeigt zusätzlich die gewählte Frage als visuelle Reaktion des Systems. Nach jeder Frage muss der Patient eine Antwort auf einer fünfstufigen Likert-Skala (0 = kann nicht ausgeführt werden bis 4 = normale Ausführung) wählen. Sobald der Antwortprozess für die gewählte Frage abgeschlossen ist, erinnert die Applikation den Nutzer daran, die nächste Frage zu beantworten. Wiederum bestätigt das mobile Gerät die

Übermittlung der Daten mit einem akustischen, haptischen und visuellen Feedback.

Um Patienten bei der Navigation der interaktiven Felder zu unterstützen, ist der innere Kreis rot gefärbt. Die Größe des Interaktionsfelds von 35 mal 35 Millimetern ist begründet durch die genutzten passiven NFC-Tags.

Die Applikation für das Mobiltelefon ist als Java-J2ME-Midlet implementiert, die den NFC-Reader des Nokia-6212-Telefons durch eine von Nokia bereitgestellte API ansteuert. J2ME ist eine für die Programmierung mobiler Geräte optimierte Java Edition.

3.2 Anwendung für den Arzt

Eine internetbasierte Anwendung erlaubt es Ärzten, die Patienteninformationen jederzeit und überall mithilfe eines Smartphones oder PC darzustellen. Des Weiteren können Patienten im System angelegt und deren Stammdaten verwaltet werden. Über ein Rollenkonzept ist es möglich, Pflegern oder anderen behan-

START Mobile HybriCare ALS-FRS Selbstbewertung Kontakt zur CHARITÉ

<p>1. Sprache Liegt bei Ihnen im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung eine Veränderung der Sprache vor?</p> <p>4 Normaler Sprachfluss 3 Wahrnehmbare Sprachstörungen 2 Vorwiegend bei Wiederholung 1 Sprache kombiniert mit nicht-verbaler Kommunikation 0 Verlust der verständlichen Sprache</p>	<p>2. Speichelfluss Liegt bei Ihnen im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung eine Veränderung des Speichelflusses vor?</p> <p>4 Normal 3 Gefühlslos, aber eindeutig mit Übermaß an Speichel im Mund; Speichelnest möglich 2 Mäßiger vermehrter Speichelfluss; geringer Speichelfluss möglich 1 Deutlicher vermehrter Speichelfluss; teilweise mit Speichelnest 0 Deutlicher Speichelfluss; Taschentuch ständig erforderlich</p>	<p>3. Schlucken Liegt bei Ihnen im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung eine Veränderung des Schluckens vor?</p> <p>4 Normaler Essensverhalten 3 Begrenzte Episoden mit gelegentlichem Verschlucken 2 Änderung der Nahrungskombi 1 Epigramme Sondernahrung erforderlich 0 Keine oral-Nahrungsaufnahme; ausschließlich PEG-Sondernahrung</p>	<p>4. Handschrift Ist im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung eine Veränderung der Handschrift zu sehen?</p> <p>4 Normal 3 Langsam oder unordentlich, aber Wörter lesbar 2 Nicht alle Wörter lesbar 1 Kann nicht halten 0 Kann nicht halten</p>
<p>5. Gebrauch von Besteck Ist im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung eine Veränderung im Umgang mit Besteck beobachtet?</p> <p>4 Normal 3 Etwas langsam und unbeholfen, aber keine Hilfe erforderlich 2 Kann das Essen meistens schneiden, aber unbeholfen und langsam; Strauche teilweise Hilfe 1 Essen muss mündgerecht vorgekaut werden, aber kann noch langsam alleine essen 0 Muss gefüttert werden</p>	<p>6. Ankleiden & Körperpflege Ist im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung eine Veränderung im Bezug auf Ankleiden und Körperpflege eingetreten?</p> <p>4 Normale Funktion 3 Unabhängige und vollständige Selbstpflege mit Mühe 2 Zeitweilige Hilfe oder Hilfsvorfahren 1 Zur Selbsthilfe ist Hilfspersonal erforderlich 0 Vollständige Abhängigkeit</p>	<p>7. Umziehen im Bett und Rücken der Bettedecke Ist im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung die Fähigkeit zum Umziehen im Bett und Rücken des Bettes verändert?</p> <p>4 Normal 3 Etwas langsam und unbeholfen, aber keine Hilfe erforderlich 2 Kann sich alleine umziehen oder Betteln zuschieben, aber mit großer Mühe 1 Kann die Drehung bzw. das Zurückziehen der Bettedecke langsam, aber nicht alleine ausführen 0 Vollständige Abhängigkeit</p>	<p>8. Gehen Liegt bei Ihnen im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung eine Veränderung des Gehens vor?</p> <p>4 Normal 3 Begrenzte Gehschwierigkeiten durch Schwäche der Beine 2 Deutliche Gehstörung, nur mit Unterstützung oder Gebrauch von Hilfsmitteln möglich 1 Nicht gefähig, aber gestaute Bewegungen der Beine möglich 0 Keine zielgerichtete Beinbewegung</p>
<p>9. Treppent steigen Liegt bei Ihnen im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung eine Veränderung des Treppent steigen vor?</p> <p>4 Normal 3 Langsam 2 Leichte Unsicherheit oder Ermüdung 1 Brauche Stützstützung 0 Nicht möglich</p>	<p>10. Luftnot Liegt bei Ihnen im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung Veränderungen im Bezug auf die Atmung vor?</p> <p>4 Keine 3 Beim Gehen 2 Bei Aktivitäten des täglichen Lebens einschließlich Essen, Baden, Ankleiden 1 Leichte Atemnot im Sitzen 0 Schwere Atemnot im Sitzen</p>	<p>11. Luftnot im Liegen Sind im Vergleich zu der Zeit vor Ihrer Erkrankung in irgendeiner Körperposition Veränderungen der Atmung zu bemerken?</p> <p>4 Keine 3 Wiederholte nichtliche Luftnot, aber flaches Liegen ist möglich 2 Begrenzte Atemnot nur mehr als 2 Stunden am Schläfer erforderlich 1 Kann nur im Sitzen schlafen 0 Hochgradige Schlaflosigkeit</p>	<p>12. Atemhilfen Bezieht eine Behandlung mit einem Beatmungsgerät?</p> <p>4 Keine Atemhilfe erforderlich 3 Zwischenzeitliche Atemhilfe durch stundenweise Maskenbeatmung (weniger als 1h) 2 Atemhilfe durch anhaltende Maskenbeatmung in einer Nachtschicht (mehr als 1h) 1 Atemhilfe durch anhaltende Maskenbeatmung in den Tag- und Nachtschichten (mehr als 20h) 0 Künstliche Beatmung durch Lufthilfsmittel (Diaphragma)</p>

4 3 2 1 0

CHARITÉ UNIKLINIK KÖLN Fachgebiet Wirtschaftsinformatik PHS, Univ.-Klinik Essen Technische Universität München TUM

Abb. 2: Smart Poster

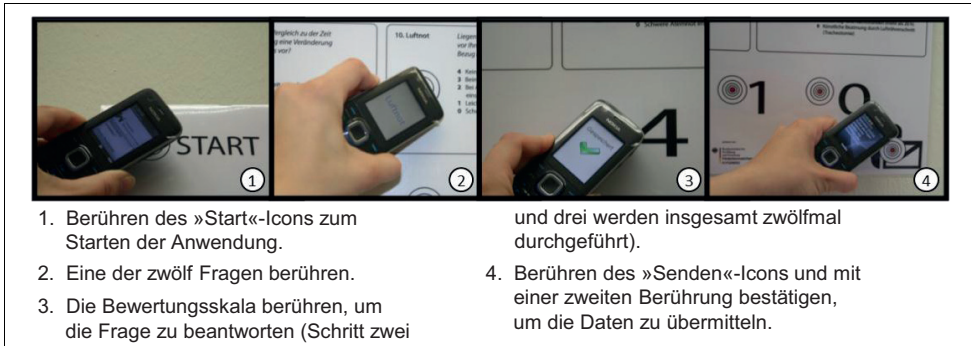


Abb. 3: Beurteilungsprozess mithilfe des NFC-basierten EDC-Systems

den Ärzten Zugriff auf einzelne Patienten zu gewähren.

Die Abbildung 4 zeigt den Score eines Patienten und die Veränderung über die letzten drei Monate. Hinter jedem Punkt verbergen sich die detaillierten Antworten des Fragebogens.

4 Evaluierung

Der Prototyp ist in Kooperation mit einer Universitätsklinik in einem Feldtest mit achtzehn ALS-Patienten (sieben davon weiblich) evaluiert worden. Die Patienten waren zwischen 55 und 70 Jahre alt, und die Studie erstreckte sich über einen Zeitraum von zwölf Wochen. Die Patienten sind zufällig ausgewählt worden, mussten aber an der Klinik in Behandlung sein. Die be-

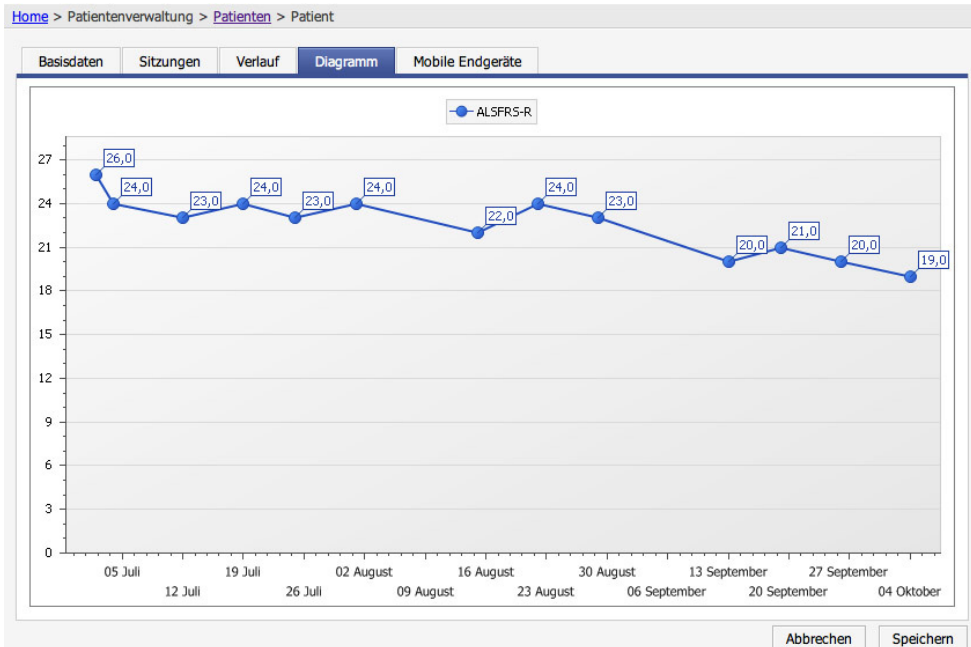


Abb. 4: Übersicht der einzelnen Bewertungszeitpunkte

handelnden Ärzte erhielten eine 45-minütige Einführung, die sie in die Lage versetzen sollte, das System zu nutzen und die Anwendung weitervermitteln zu können. Im Anschluss schulten die Ärzte die Patienten, sodass die Patienten das System in ihrem eigenen Zuhause nutzen konnten. Die Patienten bekamen einen festen Wochentag zugewiesen, an dem sie ihren Gesundheitszustand mit dem System erfassen sollten.

Ein Patient starb während der Studie, ein anderer hatte Probleme bei der Benutzung des Systems, da der Knopf zum Einschalten des Mobiltelefons zu klein für ihn war.

Die Ziele des Feldtests waren (1) eine Überprüfung der Realisierbarkeit und (2) eine Auswertung der Praktikabilität nach den zuvor genannten Designzielen:

- Test der technischen Machbarkeit des NFC-basierten Systems zur elektronischen Datenerfassung für Patienten mit motorischen Störungen: Die wichtigste Frage war, ob die Patienten in der Lage sind, das System mit einer akzeptablen Fehlerrate zu benutzen.
- Evaluation der Praxistauglichkeit des Systems zur elektronischen Datenerfassung: Damit das vorgestellte System nützlich für die Erfassung von Patientendaten sein kann, muss es nach Aufbau und Einrichtung in den Wohnungen der Patienten stabil ohne zusätzliche Betreuung laufen. Weiterhin muss eine Einschätzung erfolgen, ob die prototypische Applikation auf dem Mobiltelefon geeignet ist, Patientendaten durch Patienteninteraktion in deren Wohnungen zu sammeln.

Jeder Teilnehmer der Studie erhielt ein NFC-fähiges Mobiltelefon und ein Smart Poster ausgehändigt. Auf dem Smartposter werden zwölf Fragen über den Grad der funktionalen Beeinträchtigung von zwölf alltäglichen Tätigkeiten gestellt (z.B. Treppensteigen, Sprechen, Atmen). Jede dieser Aufgaben wird auf einer fünfstufigen Skala (0 bis 4) bewertet. Der Patient muss sich an einem bestimmten Wochentag selbst bewerten.

Nach zwölf Wochen haben die Patienten das System bezüglich der Usability, Bereitschaft zur Nutzung, Bestätigung und Interaktion evaluiert und das Mobiltelefon und Smart Poster in einem vorfrankierten Paket zurückgesendet.

5 Auswertung der Resultate

Die Ergebnisse der Evaluation werden strukturiert nach Designzielen wiedergegeben: (1) Usability, (2) Bereitschaft zur Nutzung, (3) Bestätigung, (4) Zurverfügungstellung einer effizienten und intuitiven Interaktionsweise, die für Patienten mit eingeschränkter Feinmotorik geeignet ist, und (5) Verbesserung der Informationsqualität. Die Auswertung wird mit Informationen gestützt, die zusätzlich in Telefoninterviews mit zwei Ärzten und sechs Patienten gesammelt worden sind. Auswertungen wurden auf technologischer Ebene (technische Machbarkeit), auf Nutzer- (Praktikabilität) und Ärztenebene durchgeführt.

5.1 Deskriptive Auswertung

Die Evaluation zeigt, dass der Prototyp großes Potenzial birgt, die Informationslogistik zwischen Ärzten, Krankenschwestern und Patienten mit eingeschränkter Feinmotorik zu verbessern. Durch eine aktive Teilnahme und Integration der Patienten in die Datenerhebung konnte eine verbesserte Dokumentation und Grundlage für medizinische Behandlung und die Pflege erreicht werden. Weiterhin erlangten die Patienten durch ihre intensivierte Einbeziehung ein besseres Verständnis bezüglich ihrer Krankheit und konnten an der Behandlung aktiver teilnehmen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Integration der Patienten zu einem besseren Ärzte-Patienten-Verhältnis führen kann, das durch besser informierte und autonomere Patienten ermöglicht wird. Einige Patienten berichteten: *»Der Gebrauch von inSERT ist fast so einfach, wie einen Papierfragebogen auszufüllen!«*

Einer der Patienten starb während der Feldstudie; mithilfe der erfassten Daten konnte dies kurz zuvor durch einen Arzt antizipiert werden.

Im Allgemeinen beginnt eine gesunde Person mit einem ALSFRS-Basiswert von 48. Die Patienten hatten einen durchschnittlichen Wert von 31,15 Punkten; sie begannen mit einem durchschnittlichen Wert von 33,72 Punkten und erzielten nach zwölf Wochen ein Ergebnis von 30,61 Punkten. Wenn der Wert unter 20 sinkt, stirbt der Patient normalerweise innerhalb der nächsten Wochen. Der während der Feldstudie verstorbene Patient fing mit einem Wert von 24 an und fiel innerhalb weniger Wochen unter den Schwellenwert von 20.

Einige Patienten waren daran interessiert, das System auch nach dem Feldtest weiterhin zu verwenden. Das Feedback der Ärzte war durchweg positiv und es gab keine weiteren Anregungen zur Verbesserung des Systems. Die subjektive Selbsteinschätzung der Patienten wurde von den Ärzten als realistisch eingeschätzt. Diese überprüften die gemeldeten Werte mit denen, die vor und nach dem Feldversuch gemessen wurden. *»Mithilfe der übermittelten Daten haben wir eine genaue Datenbasis für den einzelnen Patienten. Vor der Nutzung des Systems haben wir den Patienten alle drei bis sechs Monate untersucht und hatten in der Zwischenzeit keine Informationen über den Gesundheitszustand der Patienten. Die zusätzlichen Daten erlauben uns, die Behandlung frühzeitig anzupassen, falls sich der Zustand des Patienten verändert.«*

5.2 Evaluation anhand der Designziele

Die Ergebnisse der Auswertung sind nach den fünf Designzielen aufgeschlüsselt. Die Durchschnittswerte der einzelnen Punkte sind in Tabelle 1 dargestellt.

- *Verbesserung der Usability ((1a) Einfachheit der Benutzung und (1b) wahrgenommene Nützlichkeit):* Das allgemeine Feedback bezüglich der Akzeptanz durch den Nutzer ist sehr hoch. So kann man davon ausgehen, dass die Nutzung des Prototyps einfach zu verstehen und zu erlernen ist. Die Patienten bewerteten das

System als für sie einfach nutzbar. Die Interaktion mit dem System erforderte keine große mentale Anstrengung. Die wahrgenommene Nützlichkeit wurde als hoch eingestuft. Durch die Verwendung des EDC-Systems nimmt die Dokumentationsfrequenz des Krankheitsfortschritts zu. Außerdem wurde die generelle Eignung zur Erfassung des Krankheitsfortschritts als hoch bewertet. Die Patienten konnten das System ohne die Hilfe von Angehörigen oder Pflegepersonal bedienen.

- *Erhöhung der Bereitschaft zur Nutzung (2):* Die Bereitschaft zur Nutzung wurde als hoch eingestuft. Diese Resultate stehen im Einklang mit den Aussagen aus den Telefoninterviews, in denen die Patienten Interesse bekundeten, das System auch nach der Feldstudie weiterzuverwenden.
- *Erhöhung von Bestätigungserwartungen (3):* Die Erwartungen an das System wurden von den Patienten als hoch eingeschätzt und bestätigt. Die Funktionalitäten des Systems waren besser, als die Patienten vermutet hatten. Im Allgemeinen wurden die Erwartungen an das System erfüllt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass alle Basisfunktionalitäten vorhanden waren und die Patienten keine Funktionen vermissten.
- *Bereitstellung einer effizienten und intuitiven Art der Interaktion, die für Patienten mit eingeschränkter Feinmotorik geeignet ist (4):* Mit dem Feldtest konnte gezeigt werden, dass das System eine sehr effiziente und intuitive Art der Interaktion bietet, die Patienten mit eingeschränkter Feinmotorik zugänglich ist. Die Patienten haben den Einsatz von NFC-Technologie als sehr gut bewertet, die Nutzung der Tastatur des Mobiltelefons zur Interaktion mit dem System wurde dagegen schlechter eingeschätzt. Die Vibration und die vom Telefon ausgesendeten akustischen Signale bei Berührung eines interaktiven Felds sind als nützliche Funktionalitäten betrachtet worden.

Ziel	Variable (Quelle)	Items (Skala 1 bis 7)	AVG	SD
(1a)	Ease of use [Davis et al. 1989]	Die Bedienung der ALS-FRS-Applikation zu erlernen ist für mich einfach.	6.77	.44
		Erfordert die Interaktion mit der ALS-FRS eine hohe geistige Anstrengung?	1.77	1.68
		Ich finde die ALS-FRS-Applikation einfach zu benutzen.	6.62	.51
(1b)	Perceived usefulness [Davis et al. 1989]	Die regelmäßige Nutzung der ALS-FRS-Applikation würde die Häufigkeit der Dokumentation des Krankheitsverlaufs erhöhen.	6.5	.96
		Ich finde die ALS-FRS-Applikation nützlich zum Dokumentieren meines Krankheitsverlaufs.	6.7	.68
2	Intention to use [Davis et al. 1989]	Angenommen ich hätte Zugang zur ALS-FRS-Applikationen, sage ich voraus, dass ich sie nutzen werde.	5.09	1.29
		Wenn die ALS-FRS-Applikation verfügbar ist, sage ich voraus, dass ich sie nutzen werde.	6.09	1.38
3	Confirmation [Bhattacharjee 2001]	Die Funktionalität der ALS-FRS-Applikation war besser, als ich es erwartet habe.	5.83	1,90
		Insgesamt sind die meisten meiner Erwartungen an die ALS-FRS-Applikation erfüllt worden.	6.23	1.17
4	Intuitive way of interaction	Bevorzugen Sie eine Bedienung via NFC (berühren von Feldern auf einem Smart Poster)?	6.55	1.04
		Bevorzugen Sie die Bedienung der ALS-FRS-Applikation via Tasten?	2.82	1.14
		War die akustische Ausgabe (Sprache) der jeweiligen Fragenrubrik eine Hilfe?	6.67	.89
		Hat Ihnen das Vibrieren des Mobiltelefons beim Berühren einer Frage geholfen?	6.33	1.71

Tab. 1: Evaluierungsergebnisse

- *Verbesserung der Informationsqualität (5)*: Die technischen Machbarkeit des Systems konnte in der Feldstudie bestätigt werden. Pro Patient konnten im Durchschnitt (AVG) 10,78 Aufzeichnungen mit einer Standardabweichung (SD) von 3,69 erhoben werden. Insgesamt wurden 2328 Werte übermittelt, bei einer Fehlerrate von 0,34 % (acht Datenpunkte). Die Fehler sind auf eine Doppelbewertung oder fehlenden Werte zurückzuführen. Das durchschnittliche Zeitintervall zur Selbsteinschätzung war 176:40:24 Stunden mit einer Standardabweichung von 64:23:41. Dies bedeutet, dass die Patienten einmal pro Woche die Anwendung genutzt haben.

Der Prototyp legte einige allgemeine Designprinzipien für NFC-basierte EDC-Systeme nahe. Unter diesen sind vor allem die Bedeutung von Feedback (akustisch, optisch und haptisch), eine verständliche und geschlossene Struktur des Posters und Maßnahmen zur Datensicherheit zu nennen. Besonders hoch war die Wertschätzung der Patienten für automatisierte Erinnerungen und Warnungen. Die Reaktionen der teilnehmenden Patienten zeigen, dass sie das positive Gefühl bekamen, dass man sich um sie kümmerte. Es ist davon auszugehen, dass sich das EDC-System auf verschiedene Gruppen von Patienten übertragen lässt (z.B. auf ältere Menschen, die ähnliche Schwierigkeiten in der Bedienung elektronischer Systeme haben).

6 Zusätzliche Funktionen mit neuer Hardware

Das Beispiel des EDC-Systems zeigt die Potenziale und Möglichkeiten, die technische Unterstützungssysteme Patienten und Ärzten eröffnen können.

Abschließend kann festgehalten werden, dass der Gebrauch von mobilen Diensten und Informationstechnologien einen großen Effekt auf medizinische Prozesse und Services haben kann.

Die rasante technologische Entwicklung von mobilen Endgeräten ermöglicht immer neuere Funktionen und verbesserte Technologie. Mittlerweile ist eine Vielzahl an Smartphones mit NFC am Markt verfügbar, die sich insbesondere durch wesentlich größere Displays (3,5 – 4,3 Zoll) und Touchscreens vom verwendeten Nokia 6212 NFC mit 2 Zoll unterscheiden. Es benötigt weitere Tests, um zu untersuchen, ob Patienten mit eingeschränkter Feinmotorik Mobiltelefonmodelle mit Touchscreens und NFC bedienen können.

7 Literatur

- [Bhattacharjee 2001] *Bhattacharjee, A.*: Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model. *MIS Quarterly* 25 (2001), 3, pp. 351-370.
- [Davis et al. 1989] *Davis, F. D.; Bagozzi, R. P.; Warshaw, P. R.*: User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science* 35 (1989), 8, pp. 982-1003.
- [Hevner et al. 2004] *Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S.*: Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28 (2004), 1, pp. 75-105.
- [Leimeister et al. 2005] *Leimeister, J. M.; Krcmar, H.; Horsch, A.; Kuhn, K.*: Mobile IT-Systeme im Gesundheitswesen, mobile Systeme für Patienten. *HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik* 41 (2005), 244, S. 74-85.
- [Menschner et al. 2011] *Menschner, P.; Prinz, A.; Koene, P.; Köbler, F.; Altmann, M.; Krcmar, H.; Leimeister, J.*: Reaching into patients' homes –

- participatory designed AAL services. *Electronic Markets*, 2011, pp. 1-14.
- [Nyholm et al. 2004] *Nyholm, D.; Kowalski, J.; Aquilonius, S.-M.*: Wireless real-time electronic data capture for self-assessment of motor function and quality of life in Parkinson's disease. *Movement Disorders* 19 (2004), 4, pp. 446-451.
- [Prinz et al. 2012] *Prinz, A.; Menschner, P.; Leimeister, J. M.*: Has NFC the Potential to Revolutionize Self-reported Electronic Data Capture? – An Empirical Comparison of Different Interaction Concepts. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Austin, USA, ACM, 2012.
- [Strömgren et al. 2001] *Strömgren, A. S.; Groenvold, M.; Sorensen, A.; Andersen, L.*: Symptom recognition in advanced cancer. A comparison of nursing records against patient self-rating. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 45 (2001), 9, pp. 1080-1085.
- [Velikova et al. 1999] *Velikova, G.; Wright, E. P.; Smith, A. B.; Cull, A.; Gould, A.; Forman, D.; Perren, T.; Stead, M.; Brown, J.; Selby, P. J.*: Automated Collection of Quality-of-Life Data: A Comparison of Paper and Computer Touch-Screen Questionnaires. *Journal of Clinical Oncology* 17 (1999), 3, pp. 998-1007.
- [Welsh et al. 2003] *Welsh, M.; McDermott, M. P.; Holloway, R. G.; Plumb, S.; Pfeiffer, R.; Hubble, J.*: Development and testing of the Parkinson's disease quality of life scale. *Movement Disorders* 18 (2003), 6, pp. 637-645.
- [Wolfe & Pincus 1995] *Wolfe, F.; Pincus, T.*: Data collection in the clinic. *Rheumatic Disease Clinics of North America* 21 (1995), 2, pp. 321-358.

Dipl.-Designer (FH) Andreas Prinz M.A.
Prof. Dr. Jan Marco Leimeister
Universität Kassel
Wirtschaftsinformatik
Pfannkuchstr. 1
34121 Kassel
{prinz, leimeister}@uni-kassel.de
www.inf.wirtschaft.uni-kassel.de

Prinz/Leimeister, Mobile Systeme im Gesundheitswesen. HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, Heft 286, 2012, S. 73-82.