

Projekt MoCoMED-Graz (Mobile Computing in der Medizin)

TR Technical Report – Technischer Bericht

Team: Andreas Holzinger, Siegbert Kaiser, Julia Frühauf, Rainer Hofmann-Wellenhof

Gültige Version vom 15.09.2010

Kontakt:

Univ.-Doz.Ing.Mag.Mag.Dr.Andreas Holzinger

Research Unit HCI4MED

Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Dokumentation (IMI)

Medizinische Universität Graz

Auenbruggerplatz 2/V

A-8036 Graz, Austria

Telefon: ++43 316 385 13883

Fax: ++43 316 385 13590

e-Mail: andreas.holzinger@medunigraz.at

Schlüsselwörter: Medizinische Informatik, Informationssysteme, Informationsdesign,
Workflow Optimierung, Mobile Computing

Zusammenfassung – Executive Summary

In der Melanomvorsorgeambulanz (Prof. Hofmann-Wellenhof) erscheinen bis zu 30 Patientinnen und Patienten pro Ambulanztag zur Vorsorgeuntersuchung. Als Teil der Melanomvorsorgedokumentation werden die Patientinnen und Patienten gebeten einen Fragebogen auszufüllen. Dieser papierbasierte Fragebogen hat einige Nachteile: 1. Das Ausfüllen solcher Bögen ist für ältere Patientinnen und Patienten schwierig (Sehprobleme, Tremor), 2. bleibt das Papier bis zum Ende der Ambulanzzeit liegen und muss 3. nach Ambulanzschluss von der Ärztin bzw. dem Arzt kontrolliert, dann händisch abgetippt und in eine Datenbank eingegeben werden. Im Verlauf des Projektes MoCoMED wurde unter Anwendung der Methode „User Centered Development (UCD)“ ein System unter Verwendung mobiler Computer entwickelt. Die Patientinnen und Patienten erhalten nun in der Ambulanz einen Touch-Tablet Computer und füllen während ihrer Wartezeit den Fragebogen fingerbasiert aus. Dieser wird sofort nach Fertigstellung in openMEDOCS übertragen und ist bei Eintreffen der Patientin bzw. des Patienten bei der behandelten Ärztin bzw. des behandelten Arztes bereits am Klinischen Arbeitsplatz (KLAP) sichtbar. Nach Freigabe durch die Ärztin bzw. durch den Arzt wird der Fragebogen mit der Patientinnenakte bzw. Patientenakte mit gespeichert. MoCoMED wurde bei Projektende aus drei Sichten evaluiert: Patientin und Patient – Ärztin und Arzt – Krankenhausmanagement.

Aus **Sicht der Patientinnen und Patienten** wurde eine standardisierte Evaluierung mittels einer selbst entwickelten deutschen Version der System Usability Scale (SUS) durchgeführt (10 Items, 5 point Likert Skala). 200 Patientinnen und Patienten nahmen an der Evaluierung teil, 194 Fragebögen wurden für die Auswertung verwendet. Als Ergebnis wurde ein Median bezogen auf die SUS von 97,5 (min: 50, max: 100) erreicht. Dieser Wert zeigt, dass MoCoMED einfach und sehr zufriedenstellend benutzbar ist. Weitere Vorteile sind die Nutzung der Wartezeit der Patientinnen und Patienten, während derer sie sich („patient empowerment“) auf den Fragebogen konzentrieren können.

Aus **Sicht der Ärztinnen und Ärzte** wurden die Zeiten von 20 Ärztinnen und Ärzten gemessen (Alter Mittelwert 42 Jahre (min: 29 Jahre, max: 50 Jahre) gemessen. Der Zeitaufwand für die Eingabe beträgt im Median 10 Minuten (min: 8 Minuten, max: 12 Minuten) pro Fragebogen. Vergleichsmessungen mit Schreibkräften ergaben einen Median von 7 Minuten (min: 5 Minuten, max: 8 Minuten), dafür aber mehr Fehler. Nach der Einführung von MoCoMED ergab sich eine Zeitreduktion für die Bearbeitung des

Fragebogens am Klinischen Arbeitsplatz (KLAP) von rund 90 %. Da der Fragebogen bereits bei Eintreffen der Patientin bzw. des Patienten am KLAP sichtbar ist, kann dieser gemeinsam mit der Patientin bzw. dem Patienten nochmals durchgegangen werden, wobei Unklarheiten beseitigt werden können und damit auch eine Verbesserung der Datenqualität zu erwarten ist.

Aus **Sicht des Krankenhausmanagement** kann in diesem Fall durch Einsatz von MoCoMED 90 % medizinisch hochwertige Tätigkeit im Vergleich zum Ausgangszustand eingespart werden, bei gleichzeitiger Erhöhung der Datenqualität und des Problems dass Papier liegenbleibt und damit Daten gar nicht eingegeben werden. Bei betriebswirtschaftlichen Kosten von 44 EUR für eine Ärztin bzw. für einen Arzt und 19 EUR für eine Schreibkraft und Berücksichtigung der MoCoMED Entwicklungskosten ergibt sich folgendes Zeitsparpotential: Bei angenommenen 250 Ambulanztagen, 30 Patienten pro Tag, 2 Geräten im Einsatz, beläuft sich die durch MoCoMED mögliche Einsparung zwischen 2,7 – 37,3 kEUR.

Schwachpunkt: Essentiell für MoCoMED ist eine reibungslose, ausfallssichere und ausreichend lange Betriebszeit der mobilen Hardware (Akkulaufzeit), was durch die derzeit im Einsatz befindlichen Skeyepad Geräte noch nicht einwandfrei gewährleistet ist. Zur Verminderung dieses Problems wäre zumindest ein weiterer Skeyepad notwendig (rund EUR 2000,- , dazu kommen Wartungskosten in der Höhe von 0,25 Personenmonate pro Jahr, pro Gerät.

Empfehlung: Als weiterführendes Projekt wird aus o.a. Gründen die Erprobung der iPad Technologie empfohlen. Diese Technologie verspricht theoretisch ausreichend Akkulaufzeit und könnte ausreichende Robustheit gewährleisten – dies bei gleichzeitig hoher Benutzbarkeit. Dies muss aber im Laufe eines neuen Projektes getestet, erprobt und erst dann entsprechend implementiert werden. Für die Weiterentwicklung von MoCoMED in ein neues Projekt „iMoCoMED“ wird für eine Projektlaufzeit von einem Jahr ein Budget von 10,4 kEUR veranschlagt (3 Geräte + Entwicklungskosten).

1. Einführung und Motivation für das Projekt MoCoMED-Graz

An die Melanomvorsorgeambulanz (Univ.-Prof. Dr. Rainer Hofmann-Wellenhof, siehe Abbildung 1) der Universitätsklinik für Dermatologie und Venerologie des LKH-Universitätsklinikums Graz, Auenbruggerplatz 8, kommen bis zu 30 Patientinnen und Patienten pro Ambulanztag.



Abbildung 1 Ambulanzschalter der Pigmentvorsorgeambulanz

Als Teil des Melanomvorsorge-Projektes (Frühauf et al., 2009), (Frühauf et al., 2010), werden die Patientinnen und Patienten gebeten, einen papierbasierten Fragebogen auszufüllen (siehe Abbildung 2).

Geschlecht: _____ Alter: _____ Größe: _____ Gewicht: _____

Sie wohnen in einem Ort unter 1000 Einwohner unter 5 000 Einwohner unter 10 000 Einwohner über 100 000

Wurden Ihre Muttermale schon einmal untersucht? ja nein
 wenn ja, wann einmal 2-5 6-10 mehr als 10 mal
 wann zuletzt vor 6 Monaten vor 1 Jahr länger als 1 Jahr

Hat sich eines Ihrer Muttermale im letzten Jahr verändert?
 wenn ja, in der Farbe Größe Begrenzung neu aufgetreten

Hatten Sie schon Hautkrebs? ja nein unbekannt
 Wenn ja, war es ein Melanom? ja nein unbekannt

Hatte jemand in Ihrer Familie schon Hautkrebs? ja nein
 Wenn ja, Verwandter 1. Grades (Mutter, Vater, Geschwister) andere: _____
 Wenn ja, war es ein Melanom? ja nein unbekannt

Gibt es bei Ihren Verwandten 1. Grades (Vater, Mutter, Geschwister) jemanden mit mehr als 100 Muttermalen?
 nein ja, einen ja, mehrere

Ihre Haarfarbe ist (war)? schwarz braun blond rötlich

Ihre Augenfarbe ist? schwarz braun grün blau grau

Wenn Sie längere Zeit ungeschützt in der Sonne sind:
 Bekommen Sie immer einen Sonnenbrand und werden nie braun.
 Bekommen Sie leicht einen Sonnenbrand und werden nur schwer braun.
 Bekommen Sie selten einen Sonnenbrand und werden schnell braun.
 Bekommen Sie nie einen Sonnenbrand und werden sehr schnell braun.

Bekommen oder bekamen Sie im Sommer Sommersprossen? ja nein

Wie viele Sonnenbrände hatten Sie in Ihrem Leben? keinen 1-5 6-10 10-20 über 20

Hatten Sie auch Sonnenbrände mit Blasenbildung? keinen 1-5 6-10 10-20 über 20

Hatten Sie Sonnenbrände in Ihrer Kindheit? keinen selten oft nicht erinnerlich über 20

Welche Schutzmaßnahme vor der Sonne ist die sinnvollste? Schatten Kleidung Sonnenschutzcreme

Besuchen Sie Solarien? nein, nie ja, selten ja, häufig im Winter ja, regelmäßig

Halten Sie sich während der Freizeit Urlaub regelmäßig im Freien auf? nein ja

Sind Sie bei der Ausübung Ihres Berufes im Freien? nie gelegentlich immer

Welchen Beruf übten Sie aus? _____

VOM ARZT AUSZUFÜLLEN

Hauttyp I II III IV V

Lentiginosae actinicae/solares/seniles: keine wenige viele

Zahl der Naevi: 1-10 10-20 20-50 50-100 100-200 >200
 nicht beurteilbar (Patient möchte sich nicht vollständig untersuchen lassen)

Zahl der papillomatösen Naevi: 0 1-10 10-20 20-50 50-100 >100-200

Zahl atypischen Naevi: 0 1-10 10-20 20-50 50-100 >100-200

Kong. NZN Akraler Nävus Blauer Naevus Halo Naevus

Naevus Spilus Becker Naevus Cafe-au-lait Flecken

Derzeit keine Indikation zur Exzision

Indikation zur Exzision Shaving Abtragung anderer Therapie: _____

Aktinische Keratose (1) Mh. Bowen (2) Basaliom (3) Plattenepithel-Ca. (4)
 atypischer NZN (5) Malignes Melanom (6)
 andere (7)

Bitte Lokalisation einzeichnen (Bei Mehrfachangaben bitte Zahlen, siehe oben, angeben)

MoleMax ja nein

Bemerkung:

Arzt: _____

Abbildung 2 Der ursprüngliche Fragebogen in Papierform

Arbeitsablauf (siehe Abbildung 3) vor Einführung von MoCoMED: Die Patientin bzw. der Patient meldet sich am zentralen Anmeldeschalter an. Eine Krankenschwester bzw. ein Krankenpfleger übergibt der Patientin bzw. dem Patienten einen leeren Fragebogen. Die Patientin bzw. der Patient füllt den Fragebogen alleine aus und die Schwester bzw. der Pfleger sammelt diesen wieder ein. Da der Fragebogen nur separat und nicht direkt am klinischen Arbeitsplatz (KLAP) verfügbar ist, wird der Fragebogen meistens aus Zeitmangel nicht weiter bearbeitet, sondern abgelegt – mit dem schwerwiegenden Nachteil, dass die Daten des Fragebogens nach Ambulanzschluss manuell von Ärztinnen bzw. Ärzten (im Nachtdienst, Freizeit, ...) in eine separate Datenbank eingegeben werden, mit dem weiteren Nachteil, dass diese nicht direkt mit der Patientinnenakte bzw. der Patientenakte verspeichert werden.

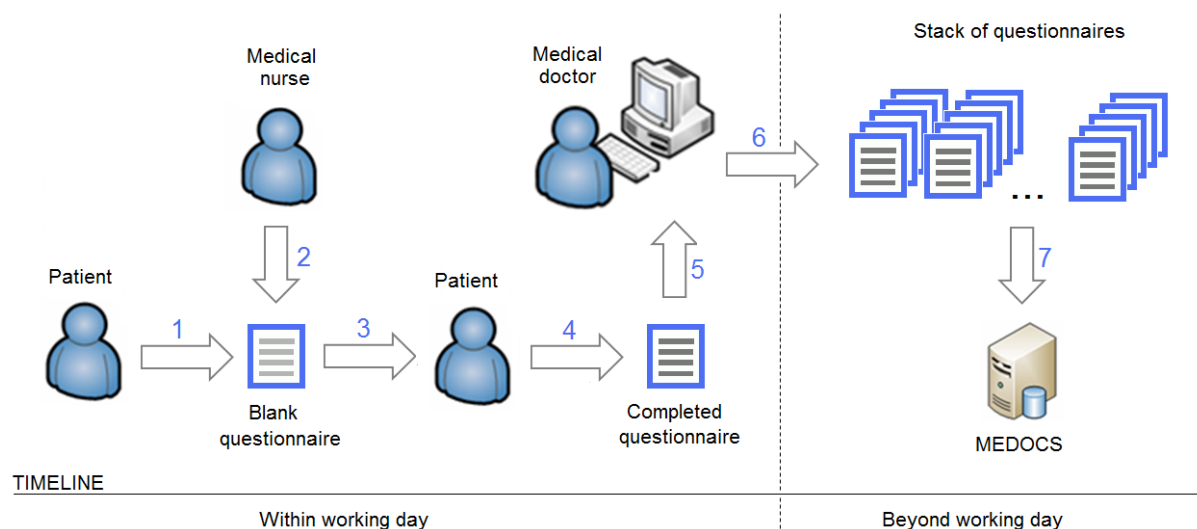


Abbildung 3: Arbeitsablauf VORHER – OHNE MoCoMED

Zusammengefasst enthält der ursprüngliche Arbeitsablauf in Abbildung 3 einige Nachteile:

- 1) Die papierbasierten Fragebögen sind mit Kugelschreiber relativ umständlich auszufüllen, ein Tisch wäre dabei von Vorteil, insbesondere älteren Menschen fällt das Schreiben schon schwerer (Tremor) und zudem ist der Papierfragebogen schwierig zu lesen (vgl. mit Abbildung 2).
- 2) Dateneingabe durch medizinisch hochqualifiziertes Personal ist unwirtschaftlich, zusätzliches Personal aber auch; am optimalsten wäre es den Medienbruch zu verhindern.
- 3) Die Daten müssen – nach Ambulanzschluss – manuell eingegeben werden. Darunter leidet die Datenqualität, im schlimmsten Fall wird die Eingabe nicht gemacht.

Aus all den genannten Gründen wurde das Projekt MoCoMED 2006 gestartet, mit dem Ziel eine elektronische Lösung des Melanomvorsorgefragebogens und der Einbindung in den klinischen Arbeitsplatz zu implementieren und zu evaluieren.

2. Vergleichbare Arbeiten

Die Brauchbarkeit mobiler Anwendungen im Gesundheitswesen wurde schon öfter beschrieben und diskutiert, z.B. in (Hameed, 2003). Mobile Systeme können verschiedene Vorteile bringen insbesondere am so genannten „point of care“, siehe (Jen et al., 2007). Darüber hinaus berichtet z.B. (Richter et al., 2008) an Hand von 153 Ambulanzpatientinnen bzw. Ambulanzpatienten über die Evaluierung eines mobilen Tablet-PC Systems im Routinebetrieb, wobei u.a. die Performanz von Papier/Bleistift versus Tablet-PC überprüft wurde. Die Ergebnisse an diesen Testpersonen zeigten, dass es prinzipiell keine Unterschiede in der Eingabepfeifeormanz gibt, d.h. der Tablet-PC wird in dieser Studie als gleich gut als Papier empfunden, mit leichten Vorteilen des Tablet-PC's.

Allerdings ist es wichtig zu unterscheiden, ob ein Eingabestift (Stylus) oder Finger verwendet wird und ob es sich um professionelle End-Benutzerinnen bzw. End-Benutzer, z.B. Ärztinnen bzw. Ärzte oder unerfahrene End-Benutzerinnen bzw. End-Benutzer, z.B. ältere Personen handelt: Profis zeigen bessere Performanzwerte unter Verwendung des Eingabestiftes, während ältere, unerfahrene Personen eindeutig höhere Performanzwerte mit dem Finger erzielen (Holzinger, 2002), (Holzinger, 2003), (Holzinger, Geierhofer & Searle, 2006), (Holzinger et al., 2008a) (Holzinger et al., 2008b).

Bezüglich der Akzeptanz von Tablet-PC's wurden in einer Studie von Hess et al. (2008) rund 11.000 Patientinnen bzw. Patienten über einen Zeitraum von zwei Jahren befragt: 84% hatten keine Schwierigkeiten bei der Nutzung des Tablet-PC's, nur 3% berichteten über große Schwierigkeiten (Hess et al., 2008).

Eine weitere Studie von (Charlotte & Sheelagh, 2008) beschreibt das so genannte COW System, wobei dieses ganz speziell für den Einsatz im klinischen Bereich von Krankenschwestern bzw. Krankenpflegern mitkonzipiert wurde, ein gutes Beispiel für ein mobiles System im Krankenhaus darstellt und auch sehr gut angenommen wurde. Allerdings

ist dieses System von der Benutzersicht nicht wirklich vergleichbar mit MoCoMED ist, weil COW ausschließlich von Krankenschwestern bzw. Krankenpflegern benutzt wird.

3. Technische Entwicklung

Eine Anwendung wie MoCoMED muss universell für verschiedene End-Benutzerinnen bzw. End-Benutzer abgestimmt werden, d.h. der 16-Jährige Computerfreak muss gleichermaßen wie seine 85-Jährige Großmutter angesprochen werden. Dazu müssen Grundprinzipien aus der nutzerinnenzentrierten bzw. nutzerzentrierten Softwareentwicklung beachtet werden. Im Entwicklungsalltag ist es oft der Fall, wie erst kürzlich wieder von (Kjeldskov, Skov & Stage, 2010) und (Svanaes, Alsos & Dahl, 2010) bestätigt wurde, dass Anwendungen im Labor getestet und nicht im Feld unter echten Bedingungen erprobt werden. Dazu gibt es eine aktuelle Arbeit von (Dabbs et al., 2009), die über die Wichtigkeit des User-Centred Ansatzes im Bereich der Medizin berichtet. Basierend auf Vorarbeiten (Holzinger, 2002), (Holzinger, 2004), (Holzinger et al., 2005), (Holzinger & Errath, 2007), (Holzinger et al., 2008c), (Holzinger et al., 2008a) wurde für MoCoMED der Ansatz „User-Centred Development (UCD)“ gewählt und durch Methoden aus dem Usability Engineering ergänzt (Holzinger, 2005).

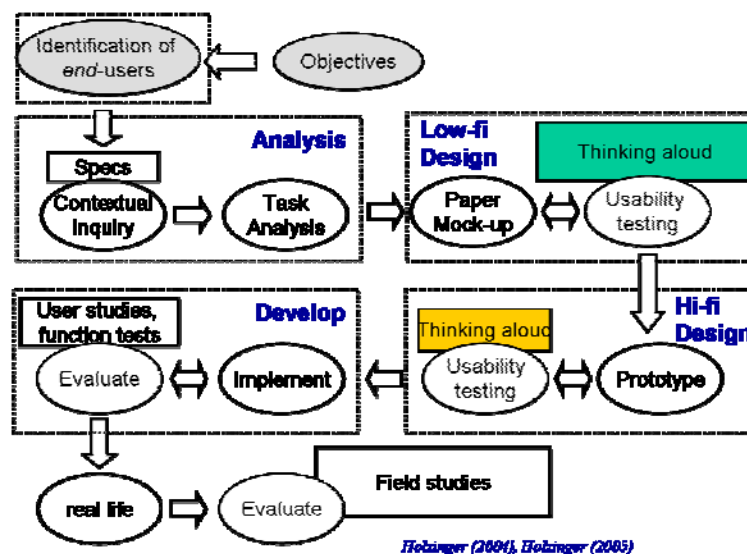


Abbildung 4: Das Vorgehensmodell UCD



Abbildung 5: (links): Eine Versuchsperson beim Erproben eines Paper-Mock-Ups; verschiedene Eingabemöglichkeiten werden ausprobiert (rechts)



Abbildung 6: (links): Mit funktionierenden Prototypen werden in der nächsten Iteration weitere Tests durchgeführt, bis schließlich der finale Prototyp nochmals getestet wird (rechts)



Abbildung 7: Ein Bild aus dem “real-life” – die Bedienung ist mit Stift und/oder Finger möglich

4. System Architektur

Um die MoCoMED Daten direkt in openMEDOCS zu übertragen, wird als Übertragungsprotokoll XML verwendet. Die Architektur folgt einem 3-Tier-System und ist in Abbildung 8 ersichtlich.

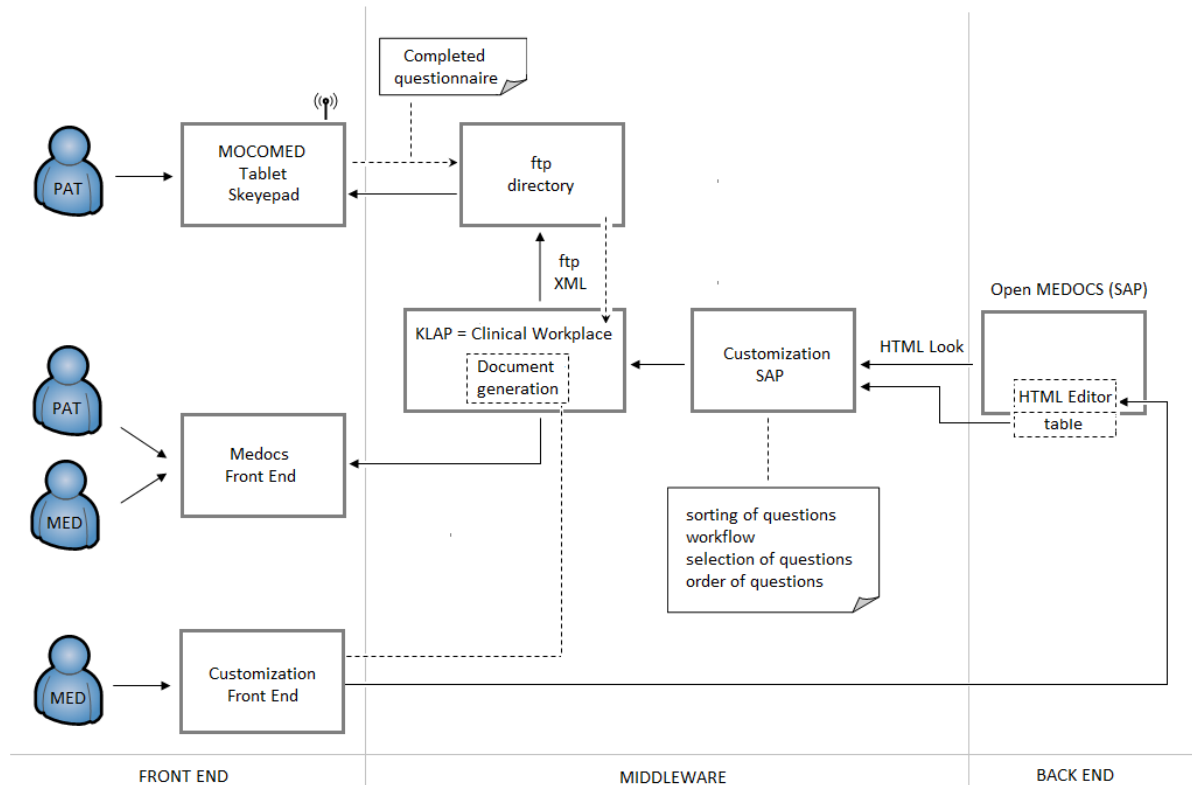


Abbildung 8: Die System Architektur (three-tier: front end – middleware – back end)

Der nun veränderte Workflow ist in Abbildung 9 zu sehen (vergleiche mit Abbildung 3): Die Patientin bzw. der Patient meldet sich am zentralen Anmeldeschalter, wo er bzw. sie durch openMEDOCS erfasst wird. Am KLAP ist eine Liste der wartenden Patientinnen bzw. Patienten sichtbar. Darüber hinaus ist auch der Status erkennbar, d.h. ob die Patientin bzw. der Patient bereits einen Fragebogen ausgefüllt hat oder nicht – oder dieser noch nicht fertig ausgefüllt ist. Anschließend wird durch die Schalterkraft entschieden, ob und welcher Fragebogen der Patientin bzw. dem Patienten in openMEDOCS zugeteilt wird. Dieser Fragebogen ist mit einer eindeutigen ID versehen und wird automatisch in einem Verzeichnis zum Aufruf durch die mobile Applikation am Tablet-PC bereit gestellt.

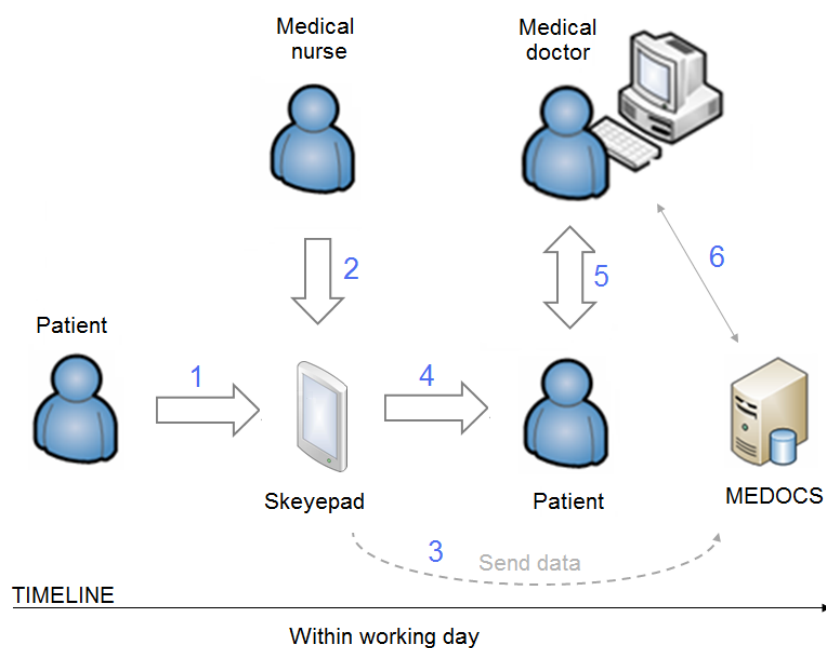


Abbildung 9 Der Workflow nach der Einführung von MoCoMED

Am Schalter der Vorsorgeambulanz wird der Patientin bzw. dem Patienten der Tablet-PC in die Hand gegeben und ein Nummerncode, den er bzw. sie eingeben muss, um mit dem Ausfüllen des MoCoMED Fragebogens zu beginnen. Die Authentifizierung ist aus Datenschutzgründen notwendig. Nach Fertigstellung wird der MoCoMED Fragebogen direkt ins MEDOCS übertragen und mit der Patientinnenakte bzw. der Patientenakte gespeichert. Am KLAP ist nun der Status „Fragebogen heute ausgefüllt“ sichtbar.

Entwicklungskosten: 7 Personenmonate (PM) wurden für Entwurf, Entwicklung und Evaluierung verbraucht und 0,25 PM pro Jahr pro Gerät an Wartungsaufwand sind notwendig um einen reibungslosen Betrieb aufrechtzuerhalten.

5. Hardware

Die schwächste Stelle ist eine robuste Hardware, die den rauen Anforderungen des Ambulanzbetriebs entspricht:

- 1) Akkulaufzeit möglichst über den gesamten Ambulanzbetrieb (6 Stunden);
- 2) Robust, stabil und ausfallsicher - wartungsarm;
- 3) Leicht, gut handhabbar, ohne (leicht zugängliche und damit zum Herumdrehen einladende) Bedienelemente;

Es wurden die verschiedensten Geräte (Laptops, Notebooks, verschiedene Tablet-PC's) im Feld getestet und von allen möglichen Arten hat sich bis dato ein Gerät als bester Kompromiss herausgestellt: Skeyepad XSL Touch Tablet-PC. Dieses Gerät (siehe Abbildung 10) zeichnet sich durch hohe Akkulaufzeit (> 6 Stunden), geringes Gewicht, optimale Größe, gutes Handling usw. aus; Nachteile sind der relativ hohe Preis (EUR 1.600,- per Stück) und die Instabilität des Betriebssystems und der damit verbundene Wartungsaufwand.

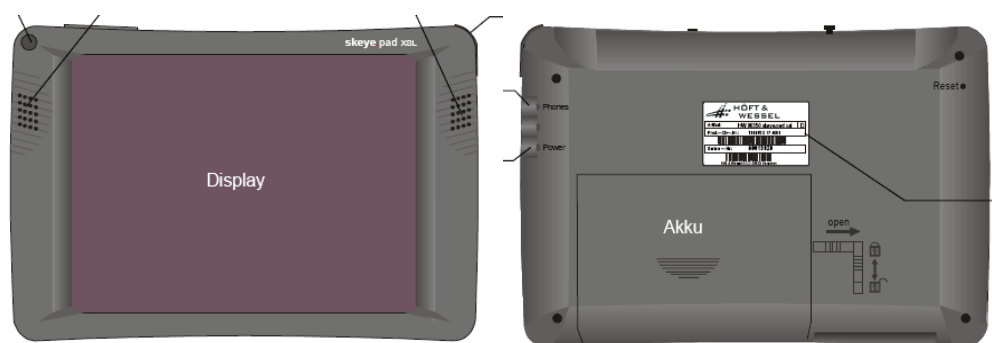


Abbildung 10: Die finale Hardware: : SkeyePad Touch Pad

6. Evaluierung

6.1 Patientinnen bzw. Patientensicht

Auf Grund der Einfachheit der Benutzerinnenoberfläche bzw. Benutzeroberfläche von MoCoMED wurde die System Usability Scale (SUS), mit 10 Items und jeweils 5-teiliger Ratingskala, von Brooke verwendet (Brooke, 1996). Im englischsprachigen Bereich hat sich die SUS als robust, einfach und zuverlässig erwiesen (Bangor, Kortum & Miller, 2008). Da die SUS nur auf Englisch verfügbar ist, wurde eine deutsche Version erzeugt, die entsprechend aus experimentell erprobten Wortformulierungen besteht, wie z.B. das Wort „Computeranwendung“ für Applikation (Anwendung).

Die zwei elektronischen Melanomvorsorgefragebögen, LANGFORM (für Erstaussfüller) und KURZFORM (für Zweitaussfüller) wurden direkt mit der SUS verknüpft.

Von den 200 ausgefüllten Fragebögen wurden 194 für die Auswertung verwendet, 6 wurden als unvollständig ausgeschieden. Der jüngste Patient war 12 Jahre alt, der älteste Patient war 78 Jahre alt (Mittelwert 37, SD 13,6). 101 Personen waren weiblich (59,3 %).

Die Ergebnisse brachten einen Median bezogen auf die SUS von 97,5 (min: 50, max: 100). Dieses Ergebnis bedeutet, dass MoCoMED sehr leicht benutzbar ist.

Cronbach's alpha zeigte, dass die interne Reliabilität mit 0.84 für die LANGFORM und 0.74 für die KURZFORM, für die 10 Items der SUS gegeben ist. Auch gibt es ($r = -.05$, $p = 0,45$) keine Korrelation zwischen Alter und den Ergebnissen, was die Zuverlässigkeit der Aussage noch erhöht, d.h. MoCoMED ist für alle unabhängig vom Alter gleichermaßen gut verwendbar. Es zeigte sich auch kein Unterschied hinsichtlich des Geschlechtes.

6.2 Ärztinnen bzw. Arztsicht

Aus Ärztinnensicht bzw. Arztsicht wurden die Zeiten von 20 Ärztinnen und Ärzten gemessen, Alter Mittel 43 Jahre (min: 29 Jahre, max. 50 Jahre): im Median wurden 10 Minuten Aufwand für die Eingabe eines Papierfragebogens benötigt.

Es zeigte sich nach Einführung von MoCoMED eine Zeitreduktion von rund 90 % (Median 1 min., min: 1 Minute, max. 4 Minuten). Da der Fragebogen bereits bei Eintreffen des Patienten am Klinischen Arbeitsplatz (KLAP) sichtbar ist, kann dieser gemeinsam mit dem Patienten – direkt am Klinischen Arbeitsplatz - nochmals durchgegangen werden, wobei Unklarheiten beseitigt werden können, was zu einer Erhöhung der Datenqualität beiträgt.

Auf Grund des Zeitbedarfes vorher bestand die Gefahr, dass die Daten entweder nicht vollständig erhoben oder gar nicht eingegeben wurden.

6.3 Krankenhausmanagementsicht

Ein einfaches Rechenmodell in MS Excel liegt separat bei und verdeutlicht die möglichen Szenarien. Hierbei werden sowohl Papier- und Kopierkosten und Zeitaufwand zur Erstellung der Papierfragebögen vernachlässigt, als auch der geringe Mehraufwand für die Zuteilung des Fragebogens in openMEDOCS am Schalter:

Szenario 1a: Ohne MoCoMED – Eingabe durch Ärztin bzw. Arzt:

Die durchschnittlichen Kosten für eine Ärztin bzw. für einen Arzt wurden mit rund 44 EUR = 0,73 EUR pro Minute angenommen. Bei einem durchschnittlichen Aufwand von 10 Minuten pro Patient, ergeben sich für die 300 Minuten Aufwand für 30 Patienten pro Tag Kosten in der Höhe von EUR 219 EUR. Bei angenommenen 250 Ambulanztagen pro Jahr ergeben sich 55 kEUR pro Jahr, mit dem zusätzlichen Risiko nicht erhobener Daten.

Szenario 1b: Ohne MoCoMED – Eingabe durch Schreibkraft

Schreibkräfte sind schneller (Median: 7 Minuten; min: 5 Minuten; max: 8 Minuten), aber da diese kein medizinisches Fachpersonal sind ergeben sich mehr Fehler, die nicht ohne Zusatzkosten korrigiert werden können. Auf der Basis von 19 EUR pro Stunde (0,32 EUR pro Minute) würden sich für den Einsatz einer Schreibkraft Kosten von rund 16,6 kEUR pro Jahr ergeben.

Szenario 2: Einsatz von MoCoMED (zwei Geräte)

Bei gleichen Rahmenbedingungen wie in den Szenarien 1a und 1b, einer Zeitersparnis von 90% und einem Lebenszyklus der Geräte von 4 Jahren ergeben sich unter der Berücksichtigung von Wartung und Betrieb eine maximal erzielbare jährliche äquivalente Zeiteinsparung von 2,7 kEUR (Schreibkraft bzw. Schalter) bis 37,3 kEUR (Ärztin bzw. Arzt).

Der nachfolgende Screenshot (Bild 11) zeigt ein typisches Beispiel aus einem realistischen Ambulanzbetrieb. Die Werte in den weißen Feldern sind beliebig änderbar, somit kann das mögliche Einsparungspotential in einer Ambulanz individuell dargestellt werden. Das Rechenmodell ist im Intranet verfügbar.

Rechenmodell zum Ausfüllen eines Fragebogens in einer Ambulanz				
ohne MoCoMed (Szenario 1)			Entwicklungs- und Betriebskosten MoCoMed	
Eingebendes Personal	Arzt (1 A)	Schreibkraft bzw. Schalter (1 B)		
Personalkosten/h	€ 44,0	€ 19,0	Kosten pro Personenmonat Entwicklung (EU-Satz)	€ 4.000
Personalkosten/min	€ 0,73	€ 0,32	Anzahl Personenmonate Entwicklung einmalig	7
Anzahl Patienten/Tag	30	30	Kosten Personal Entwicklung	€ 28.000
Zeitbedarf pro Fragebogen in min.	10	7	Investkosten pro Gerät	€ 1.600
Ambulanztage pro Jahr	250	250	Anzahl Geräte	2
Jahreskosten Personal	€ 55.000	€ 16.625	Kosten Geräte	€ 3.200
mit MoCoMed (Szenario 2)			Summe Entwicklungskosten	€ 31.200
Eingebendes Personal	Arzt	Schreibkraft bzw. Schalter	Kosten pro Personenmonat Wartung und Betrieb	€ 4.000
Personalkosten/h	€ 44,0	€ 19,0	Anzahl Personenmonate Wartung und Betrieb pro Gerät pro Jahr	0,25
Personalkosten/min	€ 0,73	€ 0,32	Anzahl Jahre (Lebenszyklus)	4
Anzahl Patienten pro Tag	30	30	Kosten Wartung und Betrieb auf Lebenszyklus	€ 8.000
Zeitersparnis pro Fragebogen in %	90%	90%	Gesamtkosten auf Lebenszyklus	€ 39.200
Zeitbedarf pro Fragebogen in min.	1,00	0,70	Gesamtkosten anteilig/Jahr	€ 9.800
Gerätemanipulationszeit pro Fragebogen in min.		1,00		
Ambulanztage	250	250		
Jahreskosten Personal	€ 7.875	€ 4.038		
+ Gesamtkosten MoCoMed/Jahr	€ 9.800	€ 9.800		
= Jahreskosten TOTAL	€ 17.675	€ 13.838		
Ergebnis				
Eingebendes Personal	Arzt	Schreibkraft bzw. Schalter		
Einsparungspotential/Jahr in EUR unter den oa. Annahmen:	€ 37.325	€ 2.788		
Einsparungspotential/Jahr in Std. unter den oa. Annahmen:	848	147		

Abbildung 11: Screenshot des MoCoMED Rechenmodells (downloadbar, siehe Intranet)

7. Zusammenfassung und Empfehlung

Dieses Projekt ist ein gutes Beispiel für die Erbringung von **Mehrwerten** mobiler Informationssysteme im klinischen Alltag und unter Berücksichtigung der verschiedenen Interessen der drei Gruppen: Patient – Arzt – Krankenhausmanagement. Das Vorgehensmodell UCD hat sich bewährt. Die **Erfolgskriterien** einer Anwendung für den klinischen Alltag umfassen: Einfachheit, Robustheit und Zuverlässigkeit.

Neben einer **Zeiteinsparung** ist sicherlich die Erhöhung der **Datenqualität** ein entscheidender Vorteil. Die Schwachstelle liegt noch in den Beschränkungen der Hardware. Unter Berücksichtigung aller Schwachstellen stellt zur Zeit der Sykepad das am besten geeignete Gerät dar.

Erste Tests mit Apple iPhones/iPods zeigten, dass diese Hardware nicht nur preisgünstiger, sondern auch robuster ist und vor allem eine längere Akkulaufzeit hat.

Eine zukünftige Lösung könnte daher das Apple iPad darstellen (siehe Abbildung 11), das von der Benutzung im Prinzip einem größeren iPhone/iPod entspricht.



Abbildung 12 Der Apple iPad als mögliche Technologie

Die technischen Daten des iPads sind in der folgenden Tabelle dem Skeyepad gegenübergestellt:

	Skeyepad XSL	iPad 16 GB WLAN:
Preis in EUR	1.600,-	500 bis 700,-
Bildschirm	SVGA TFT 8,4 Zoll Touch, 800 x 600 px	LED Backlight, 9,7 Zoll Multitouch, 1024 x 768 px
Akku	Auswechselbar, Laufzeit rund: 6 Stunden	Fest eingebaut, Laufzeit rund: 10 Stunden
Schnittstellen	USB, RS 232, PCMCIA Typ II, CF Typ II, WLAN 802.11g	Bluetooth 2.1 EDR, WLAN 802.11b/g/n
Speicher	128 MB SD-RAM 128 MB Flash	16, 32 oder 64 GB Flash
Betriebssystem	Windows CE.Net 4.2	iOS 4
CPU	PXA 255, 400 MHz	ARM A4, 1 GHz
Abmessungen in mm	240 x 160 x 30	242,8 x 189,7 x 13,4
Gewicht	900 g	700 g

Danksagung:

Wir bedanken uns herzlichst für die Unterstützung besonders bei Herbert Kogler, Rene Malek, Martin Becke, Primoz Kosec, Gerold Schwantzer sowie bei allen beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von KAGES-Services/IKT-Betrieb und der Melanomvorsorgeambulanz.

Referenzen

- Bangor, A., Kortum, P. T. & Miller, J. T. (2008) An empirical evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24, 6, 574-594.
- Brooke, J. (1996) SUS: A "quick and dirty" usability scale. In: Jordan, P. W., Thomas, B., Weerdmeester, B. A. & McClelland, A. L. (Eds.) *Usability Evaluation in Industry*. London, Taylor and Francis.
- Charlotte, T. & Sheelagh, C. (2008) Evaluating the deployment of a mobile technology in a hospital ward. *Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work*. San Diego, CA, USA, ACM.
- Dabbs, A. D., Myers, B. A., Mc Curry, K. R., Dunbar-Jacob, J., Hawkins, R. P., Begey, A. & Dew, M. A. (2009) User-Centered Design and Interactive Health Technologies for Patients. *Cin-Computers Informatics Nursing*, 27, 3, 175-183.
- Frühauf, J., Ahlgrimm-Siess, V., Fink-Puches, R., Wolf, I., Richtig, E., Holzinger, A. & Hofman-Wellenhof, R. (2009) Mobile skin cancer surveys for a hospital-based skin cancer registry. *Poster at 18th Congress of the European Academy of Dermatology and Venerology*. Berlin.
- Frühauf, J., Schwantzer, G., Ambros-Rudolph, C. M., Weger, W., Ahlgrimm-Siess, V., Salmhofer, W. & Hofmann-Wellenhof, R. (2010) Pilot Study Using Teledermatology to Manage High-Need Patients With Psoriasis. *Archives of Dermatology*, 146, 2, 200-201.
- Gell, G., Madjaric, M., Leodolter, W., Kole, W. & Leitner, H. (2000) HIS purchase projects in public hospitals of Styria, Austria. *International Journal of Medical Informatics*, 58-59, 147-155.
- Hameed, K. (2003) The application of mobile computing and technology to health care services. *Telematics and Informatics*, 20, 2, 99-106.
- Hess, R., Santucci, A., McTigue, K., Fischer, G. & Kapoor, W. (2008) Patient difficulty using tablet computers to screen in primary care. *Journal of General Internal Medicine*, 23, 4, 476-480.
- Holzinger, A. (2002) User-Centered Interface Design for disabled and elderly people: First experiences with designing a patient communication system (PACOSY). In: Miesenberger, K., Klaus, J. & Zagler, W. (Eds.) *Proceedings of ICCHP 2002, Lecture Notes in Computer Science (LNCS 2398)*. Heidelberg, Berlin, New York, Springer, 34-41.
- Holzinger, A. (2003) Finger Instead of Mouse: Touch Screens as a means of enhancing Universal Access. In: Carbonell, N. & Stephanidis, C. (Eds.) *Universal Access, Theoretical Perspectives, Practice, and Experience. Lecture Notes in Computer Science Vol. 2615*. Berlin, Heidelberg, New York, Springer, 387-397.
- Holzinger, A. (2004) Application of Rapid Prototyping to the User Interface Development for a Virtual Medical Campus. *IEEE Software*, 21, 1, 92-99.
- Holzinger, A. (2005) Usability Engineering for Software Developers. *Communications of the ACM*, 48, 1, 71-74.
- Holzinger, A. & Errath, M. (2007) Mobile computer Web-application design in medicine: some research based guidelines. *Universal Access in the Information Society International Journal*, 6, 1, 31-41.
- Holzinger, A., Geierhofer, R., Ackerl, S. & Searle, G. (2005). *CARDIAC@VIEW: The User Centered Development of a new Medical Image Viewer*. Central European Multimedia and Virtual Reality Conference (available in Eurographics Library), Prague, Czech Technical University, 63-68.

- Holzinger, A., Geierhofer, R. & Searle, G. (2006) Biometrical Signatures in Practice: A challenge for improving Human-Computer Interaction in Clinical Workflows. In: Heinecke, A. M. & Paul, H. (Eds.) *Mensch & Computer: Mensch und Computer im Strukturwandel*. München, Oldenbourg, 339-347.
- Holzinger, A., Hoeller, M., Bloice, M. & Urlesberger, B. (2008a). *Typical Problems with developing mobile applications for health care: Some lessons learned from developing user-centered mobile applications in a hospital environment*. International Conference on E-Business (ICE-B 2008), Porto (PT), IEEE, 235-240.
- Holzinger, A., Höller, M., Schedlbauer, M. & Urlesberger, B. (2008b). *An Investigation of Finger versus Stylus Input in Medical Scenarios*. ITI 2008: 30th International Conference on Information Technology Interfaces, June, 23-26, 2008, Cavtat, Dubrovnik, IEEE, 433-438.
- Holzinger, A., Searle, G., Kleinberger, T., Seffah, A. & Javahery, H. (2008c) Investigating Usability Metrics for the Design and Development of Applications for the Elderly. In: Miesenberger, K. (Ed.) *11th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, Lecture Notes in Computer Science LNCS 5105*. Heidelberg, Berlin, New York, Springer, 98-105
- Jen, W.-Y., Chao, C.-C., Hung, M.-C., Li, Y.-C. & Chi, Y. P. (2007) Mobile information and communication in the hospital outpatient service. *International Journal of Medical Informatics*, 76, 8, 565-574.
- Kjeldskov, J., Skov, M. B. & Stage, J. (2010) A longitudinal study of usability in health care: Does time heal? *International Journal of Medical Informatics*, 79, 6, 135-143.
- Richter, J. G., Becker, A., Koch, T., Nixdorf, M., Willers, R., Monser, R., Schacher, B., Alten, R., Specker, C. & Schneider, M. (2008) Self-assessments of patients via Tablet PC in routine patient care: comparison with standardised paper questionnaires. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 67, 12, 1739-1741.
- Svanaes, D., Alsos, O. A. & Dahl, Y. (2010) Usability testing of mobile ICT for clinical settings: Methodological and practical challenges. *International Journal of Medical Informatics*, 79, 4, 24-34.