

Aus der Abteilung Medizinische Informatik
des Instituts für Medizinische Biometrie und Informatik
(Direktor: Prof. Dr. R. Haux)

Integration
mobiler Informationswerkzeuge
in heterogene Krankenhausinformationssysteme

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Doctor scientiarum humanarum (Dr.sc.hum.)
der Medizinischen Fakultät Heidelberg
der Ruprecht-Karls-Universität

vorgelegt von
Anke Buchauer
aus Böblingen

1998

Dekan: Prof. Dr. med. H.-G. Sonntag

Betreuer: Prof. Dr. R. Haux

Inhaltsübersicht

1 EINLEITUNG	1
2 GRUNDLAGEN	5
2.1 Begriffe aus dem Bereich Krankenhausinformationssystem	5
2.2 Klinische Arbeitsplatzsysteme	11
2.3 Mobile Kommunikations- und Informationswerkzeuge.....	14
2.4 MEDINA - Ein mobiler Medizinischer Informationsassistent.....	18
2.5 Stand der Forschung - andere Projekte mit mobilen Werkzeugen	21
3 EVALUATIONEN.....	27
3.1 Evaluation der Einsetzbarkeit eines PC-basierten mobilen Pen-Computers	27
3.2 Simulationsstudie.....	32
4 KONSEQUENZEN FÜR DAS MANAGEMENT VON KRANKENHAUSINFORMATIONSSYSTEMEN	49
4.1 Vorüberlegungen	49
4.2 Integration auf der Verfahrensebene.....	56
4.3 Integration auf der logischen Werkzeugebene.....	70
4.4 Integration auf der physischen Werkzeugebene	85
4.5 Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit.....	93
4.6 Organisatorische Integration.....	95
4.7 Zusammenfassung	98
5 BEISPIEL UNIVERSITÄTSKLINIKUM HEIDELBERG	102
5.1 Übersicht über das Heidelberger Klinikumsinformationssystem.....	102
5.2 Möglichkeiten zur Integration mobiler Informationswerkzeuge	103
6 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION	111
7 VERZEICHNISSE	117
7.1 Abbildungen.....	117
7.2 Tabellen	118
7.3 Literatur	119

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG	1
1.1 Gegenstand und Motivation	1
1.2 Problemstellung.....	2
1.3 Zielsetzung	3
1.4 Fragestellung	3
1.5 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	4
2 GRUNDLAGEN	5
2.1 Begriffe aus dem Bereich Krankenhausinformationssystem.....	5
2.1.1 Grundbegriffe zum Beschreiben von Krankenhausinformationssystemen	5
2.1.2 Drei-Ebenen Modell.....	7
2.1.3 Charakteristika von Krankenhausinformationssystemen	7
2.1.4 Management von Krankenhausinformationssystemen.....	8
2.1.5 Integration	9
Technische Integration	9
Funktionale Integration	9
Organisatorische Integration	11
2.2 Klinische Arbeitsplatzsysteme.....	11
MEDIAS.....	13
2.3 Mobile Kommunikations- und Informationswerkzeuge	14
2.3.1 Mobile Telefone	15
2.3.2 Personal Digital Assistent (PDA).....	16
2.3.3 Pen-Computer	17
2.3.4 Notebooks	18
2.4 MEDINA - Ein mobiler Medizinischer Informationsassistent	18
Software-Architektur	18
Der erste Prototyp.....	19
Erfahrungen mit dem ersten Prototyp (Probleme mit der Integration und Konsequenzen).....	21
2.5 Stand der Forschung - andere Projekte mit mobilen Werkzeugen.....	21
Mobile Kommunikation.....	21
Zugriff auf patientenbezogene Informationen und Dokumentation	22
Zugriff auf Medizinisches Wissen	24
Im Krankenwagen.....	25
Direkt für Patienten	25

3 EVALUATIONEN.....27

3.1 Evaluation der Einsetzbarkeit eines PC-basierten mobilen Pen-Computers	27
3.1.1 Ziele und Fragestellungen.....	27
3.1.2 Studiendesign	28
3.1.3 Ergebnisse	29
Beurteilung der Hardware.....	30
Synchrone Anbindung über Funk	30
Beurteilung der pen-orientierten Bedienung.....	30
Einsatzmöglichkeiten im ärztlichen Bereich.....	31
Einsatzmöglichkeiten im pflegerischen Bereich	31
Mobilisierung einer elektronischen Krankenakte	32
3.1.4 Zusammenfassung und Diskussion	32
3.2 Simulationsstudie.....	32
3.2.1 Methodik der Simulationsstudie	33
3.2.2 Teilnehmende	34
3.2.3 Technik und Funktionalität des Prototypen	35
Funktionen zur Kommunikation	35
Funktionen zur Informationsverarbeitung.....	35
Technikinfrastruktur	36
3.2.4 Studienverlauf.....	37
3.2.5 Ergebnisse	38
Praxistauglichkeit	38
Mobile Kommunikation.....	39
Mobiler Zugriff auf Informationen	40
Mobile Dokumentation.....	43
Mobile versus festinstallierte Rechner.....	44
Ergebnisse von anderen Berufsgruppen.....	44
Pflegepersonal im Klinikum.....	45
Ambulanter Bereich	46
3.2.6 Diskussion der Methodik und des Vorgehens.....	46
Methodik der Simulationsstudie - Erfahrungen in Heidelberg.....	46
Anwendbarkeit und Verallgemeinerung der Ergebnisse	48

4 KONSEQUENZEN FÜR DAS MANAGEMENT VON KRANKENHAUSINFORMATIONSSYSTEMEN.....49

4.1 Vorüberlegungen	49
4.1.1 Situationen	49
Am Krankenbett.....	49
Bereitschaftsdienst.....	50
Besprechungen.....	50
Dienstreisen	50
Nachtdienst, Wochenenddienst.....	51
‘Entzerrung’ im Stationszimmer	51

Pausen	51
Visite	51
Weg- und Wartezeiten.....	52
4.1.2 Personen / Berufsgruppen	52
ÄrztInnen.....	52
Krankenschwestern und -pfleger	53
TherapeutInnen	53
Hebammen	53
PatientInnen.....	54
LagermitarbeiterInnen.....	54
4.1.3 Geräteverteilung.....	54
4.2 Integration auf der Verfahrensebene	56
4.2.1 Sammlung und Klassierung der Verfahren.....	56
Beispielprofile.....	58
4.2.2 Verfahrensbeschreibungen	59
Einsicht in die elektronische Patientenakte	59
Patientenstamm- und Falldaten.....	59
Aktuelle Befunde	59
Behandlungsübersicht.....	59
Alle Dokumente der aktuellen Behandlung	60
Arztbriefe früherer Fälle.....	60
Gezielt gesuchte Dokumente	60
Patientendatenverwaltung.....	60
Patienten(not)aufnahme	60
Patientenverlegung, Patientenentlassung	61
Klinische Dokumentation	61
Diagnosendokumentation	61
Anordnungen dokumentieren.....	62
Pflegedokumentation	62
Vorbereitung zur Anästhesie	63
Patientenbefragung	63
Leistungsdokumentation.....	63
Verlaufsnotizen.....	63
Befund-Dokumentation, Anamnese-Dokumentation	63
Erfassung von Forschungsdaten.....	64
Arztbriefschreibung	64
Andere patientenbezogene Dokumentation	65
Kooperation mit Leistungserbringern.....	65
Anforderung von Leistungen	65
Terminvereinbarung	65
Übersicht über angeforderte Leistungen	65
Essensplanung und -bestellung.....	66
Patienteninformation	66
Interpersonelle Kommunikation	66
Telefonieren.....	66
Empfang von Notrufen	67

Austausch von Sprach- und Textnachrichten	67
Einstellung der persönlichen Erreichbarkeit	67
Externer Informationsaustausch.....	68
Betriebsteilbezogene Funktionen.....	68
Anforderung von Medikamenten	68
Anforderung von Material.....	69
Erstellung von Übergabelisten	69
Belegungsübersicht	69
Zugriff auf Wissen.....	69
Zugriff auf Medikamentenlisten.....	69
Nutzung von fachspezifischen Kurzreferenzen	70
Zugriff auf hausinterne Informationen	70
Zugriff auf allgemeine Informationen	70
Sonstige Werkzeuge zur Informationsverarbeitung.....	70
Notizblock, Kalender, (medizinischer) Taschenrechner, Uhr	70
4.3 Integration auf der logischen Werkzeugebene.....	70
4.3.1 Anforderungen an Anwendungssysteme bzw. Funktionen für deren mobile Nutzung.....	70
Integration in das Arbeitsumfeld.....	71
Benutzungsschnittstellen und Präsentationsintegration.....	71
Technische Einschränkungen	72
4.3.2 Anforderungen an die Synchronisation mit anderen Komponenten des KIS	73
4.3.3 Kommunikationsverbindungen zu Anwendungssystemen des KIS	73
Synchron oder Asynchron?	74
Vermischung synchron/asynchron	75
Entscheidungshilfen / Empfehlung	75
4.3.4 Realisierung der Kommunikationsverbindungen.....	77
Integrationsstrategien in Abhängigkeit von der KIS-Architektur	77
Verwendung eines ‘mobilen Gateway-Systems’	79
Anwendungsspezifische Erstellung mobiler Funktionen.....	80
Konkrete Realisierungsmöglichkeiten für ein ‘mobiles Gateway-System’	81
Groupware	81
Elektronische Post.....	81
Intranet / WWW-Server	82
Kommunikationsserver	85
4.4 Integration auf der physischen Werkzeugebene	85
4.4.1 Auswahl der mobilen Endgeräte	85
Ausblick - wie sollte das mobile Gerät der Zukunft aussehen?	89
4.4.2 Realisierung der Datenübertragungsschnittstellen	90
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	92
4.5 Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit.....	93
Zugangskontrolle	94
Zugriffskontrolle	94
Datenträgerkontrolle, Speicherkontrolle	94
Übermittlungskontrolle	94
Transportkontrolle	95

4.6 Organisatorische Integration	95
Schulung	95
Bereitstellung der Geräte	95
Benutzung der Geräte	96
Migration	96
Ausfallkonzept	97
4.7 Zusammenfassung	98
4.7.1 “Mehr-Geräte-Architektur”	98
4.7.2 Leitfaden	100
5 BEISPIEL UNIVERSITÄTSKLINIKUM HEIDELBERG.....	102
5.1 Übersicht über das Heidelberger Klinikumsinformationssystem	102
5.2 Möglichkeiten zur Integration mobiler Informationswerkzeuge	103
5.2.1 Zielsetzung	104
5.2.2 Identifizieren der mobil zu realisierenden Verfahren	104
5.2.3 Identifizieren der Anwendungssysteme	104
5.2.4 Beachtung der allgemeinen Integrationsstrategie	105
5.2.5 Untersuchung der benötigten Anwendungssysteme	106
5.2.6 Festlegung der Kommunikationsverbindungen und Datenübertragungsschnittstellen.....	107
5.2.7 Einsatzweise der mobilen Geräte	108
5.2.8 Auswahl der mobilen Geräte	108
5.2.9 Systemdesign & Realisierung.....	108
5.2.10 Organisatorische Integration	110
6 ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION	111
Beantwortung der Fragen	111
Kosten	114
Eignung des 3LGM	115
Diskussion der Methodik.....	115
Ausblick	116
7 VERZEICHNISSE	117
7.1 Abbildungen	117
7.2 Tabellen.....	118
7.3 Literatur.....	119

1 Einleitung

1.1 Gegenstand und Motivation

Gegenstand

Krankenhausinformationssysteme müssen systematisch geplant, betrieben und fortentwickelt werden. Dabei müssen Verfahren und neu entwickelte Werkzeuge in Einklang gebracht werden mit den Bedürfnissen der Anwender und bereits vorhandenen Werkzeugen der Informationsverarbeitung. Durch die Miniaturisierung von Computern und die rasante Entwicklung auf dem Sektor der drahtlosen Mobilkommunikation stehen mittlerweile verschiedenste Kleinstcomputer, wie z.B. Persönliche Digitale Assistenten (PDA), Laptops oder erweiterte Funktelefone zur Verfügung. Die Grenze zwischen Telefon und Rechner ist inzwischen verschwommen. All diese Geräte sollen Menschen bei ihrer Kommunikation und/oder Informationsverarbeitung unterstützen.

Gegenstand dieser Arbeit ist es, aufzuzeigen, welche dieser Geräte, im folgenden als mobile Kleinstcomputer bezeichnet, in ein heterogenes Krankenhausinformationssystem integriert werden können, um die Kommunikations- und Informationsbedürfnisse von Ärzten und Pflegern zeitnah und ubiquitär zu erfüllen.

Bedeutung

Der Alltag von ärztlichen und pflegerischem Personal in einem Krankenhaus ist durch wechselnde Arbeitsstätten - wie z.B. am Patientenbett, im Stationszimmer, im Untersuchungszimmer, im Arztzimmer, im OP, im Besprechungsraum - also durch Mobilität geprägt. An allen Orten wird kommuniziert. Zusätzlich werden Dokumentationsaufgaben erledigt und Informationen wie z.B. die Diagnosen eines Patienten, dem Patienten bereits verordnete Therapien oder Nebenwirkungen eines Medikamentes benötigt.

Die meisten dieser Tätigkeiten werden noch mit konventionellen Werkzeugen der Informationsverarbeitung, wie z.B. Papierformularen, der Fieberkurve, der Patientenakte, dem Telefon und Notizzetteln erledigt. Doch mit steigender Informationsflut, der Verfügbarkeit von immer umfassenderen Anwendungssystemen zur Unterstützung der medizinischen und pflegerischen Dokumentation, dem Einzug einer elektronischen Krankenakte und neuen Kommunikationstechnologien wie z.B. Handys oder der elektronischen Post, werden obengenannte konventionelle Werkzeuge immer mehr durch rechnerunterstützte Werkzeuge abgelöst. Das Realisieren einer elektronischen Krankenakte wird erst dann rentabel, wenn mindestens 40% der Dokumente bereits in digitaler Form vorliegen [Dujat et al. 1995]. Damit dringen Rechner weiter in die direkten Arbeitsabläufe ärztlichen und pflegerischen Handelns ein. Nur wenn die neuen Technologien richtig integriert werden (in den Arbeitsablauf der Personen und in das vorhandene Krankenhausinformationssystem), wird es möglich, teure Mehrfacherfassungen zu vermeiden und eine vollständige, zeitnahe Dokumentation zu unterstützen, um die relevanten Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu präsentieren.

Problematik

Obwohl inzwischen verschiedenste Arten von leistungsfähigen, mobilen Kleinstcomputern zur Verfügung stehen, finden diese nur zögernd Anwendung bei der Informationsverarbeitung in Krankenhäusern. Lediglich in Funktionsbereichen wie z.B. der Apotheke oder Materiallagern werden vermehrt mobile Datenerfassungsgeräte, meist Handscanner, benutzt, um das Bestellwesen zu rationalisieren (z.B. bei der Materialanforderung am Universitätsklinikum Heidelberg oder in [Ludwigshafen 1996]). Oftmals wird auf speziellen mobilen Computern lediglich ein Programm, wie z.B. die Essensanforderung [Mikulsky 1996] angeboten. Hierfür lohnt es nicht eine Infrastruktur aus teuren Spezialgeräten und gegebenenfalls Funknetzen aufzubauen. Außerdem finden sich inzwischen vielerorts stationäre Rechnersysteme mit Anwendungssystemen, die eigentlich nur eine mobile Erweiterung benötigten, um Informatio-

nen ubiquitär zu präsentieren und Mehrfacherfassungen zu vermeiden. Ein zusätzliches nicht integriertes mobiles Anwendungssystem würde evtl. Mehrfacherfassungen produzieren, und zu dem die Anwender durch neue Oberflächen oder eine andere Terminologie eher verwirren als unterstützen. Es stellt sich hier also die Frage, wie man die vorhandene Infrastruktur ausbauen kann, um mobile Informationswerkzeuge sinnvoll zu integrieren.

Voraussetzung für eine sinnvolle Integration ist, daß man erkennt, welche Funktionalität auf mobilen Werkzeugen überhaupt angeboten werden muß. Will man das konventionelle Formularwesen zum Anfordern von Leistungen bei Funktionseinheiten oder die Krankenkurve durch elektronische Medien ablösen, so ist das gut mit Hilfe von mobilen Informationswerkzeugen vorstellbar. Denkbar ist auch, daß ein Arzt zukünftig elektronische Post unterwegs beantwortet oder auf patientenbezogene Informationen, vor allem Befunde, mobil zugreifen möchte. Weniger sinnvoll erscheint es, komplexe Bilder auf einem kleinen mobilen Informationswerkzeug betrachten oder rechen- und netzintensive Literaturrecherchen über Funknetz auf einem mobilen Gerät durchführen zu wollen. Bisher existiert jedoch keine umfassende Beschreibung der von Ärzten bzw. Pflegekräften auf einem mobilen Informationswerkzeug benötigten Funktionalität.

Motivation

Die Dissertation entsteht in Zusammenhang mit meiner Tätigkeit im DFG-Projekt 'Kooperatives Problemlösen im Gesundheitswesen'. Im Rahmen dieses Projektes habe ich den in [Werner 1996] beschriebenen Prototyp des Medizinischen Informationsassistenten (MEDINA) konkretisiert und versucht, in das Klinikumsinformationssystem des Universitätsklinikums Heidelberg zu integrieren. Dieser Prototyp orientiert sich an den Informationsbedürfnissen von Ärzten und soll auf einem Apple Newton PDA neben den üblichen PDA-Funktionen wie Kalender, Notizblock, Adressenverwaltung auch patientenbezogene Informationen, medizinisches Wissen, den Zugriff auf elektronische Post und Dokumentationseditoren zur Verfügung stellen. Die erkannten enormen Realisierungs- und Integrationsaufwände der gewählten Apple Newton Plattform motivierten mich für dieses Dissertationsthema und für die Durchführung der Studie 'Evaluation der Einsetzbarkeit eines pc-basierten mobilen Pen-Computers' [Buchauer et al. 1998]. In dieser Studie wurde geprüft, inwieweit sich ein mobiles klinisches Arbeitsplatzsystem MEDIAS unter Verwendung der im Universitätsklinikum Heidelberg eingesetzten Anwendungssysteme und einer Funkanbindung an das Computernetz des Klinikums zur Verwirklichung obengenannter Ziele eignen würde. Es zeigte sich, daß sich die Anwendungssysteme mit nur geringfügigen Anpassungen installieren und bedienen ließen. Eine nach Demonstrationen der mobilen Arbeitsplatzversion stattfindende Befragung von Ärzten, Pflegern und EDV-Beauftragten ergab, daß grundsätzlich Interesse am mobilen Gerät besteht, daß das demonstrierte Gerät jedoch nicht den Anforderungen entspricht. Aus dieser Studie können wertvolle Hinweise für die auf dem mobilen Gerät benötigte Funktionalität und praxisnahe Erfahrungen mit in diese Arbeit einfließen.

Eine weitere wichtige Quelle für praxisnahe Erfahrungen ergaben die Beteiligung an der Simulationsstudie "Management mehrseitiger Sicherheit im und Erreichbarkeit im Gesundheitswesen" (näheres in Kapitel 4.2). Während der Simulationsstudie benutzten Ärzte, Pfleger und andere an der Gesundheitsversorgung Beteiligte eine Woche lang mobile Informations- und Kommunikationswerkzeuge um realitätsnah simulierte Alltagsfälle zu bearbeiten. Während dieser Woche durchgeführte Beobachtungen und Gruppengespräche, sowie Nacherhebungen in Form von Interviews ergaben eine Fülle von weiteren Anregungen für die Gestaltung der mobilen Kommunikations- und Informationswerkzeuge.

1.2 Problemstellung

Der Einsatz mobiler Kleinstcomputer in der ärztlichen und pflegerischen Routine im Krankenhaus hat ein großes Potential, die Kommunikations- und Informationsbedürfnisse von Ärzten und Pflegern zeitnah und ubiquitär zu erfüllen. Medizinische und pflegerische Aufwände für die Dokumentation aber auch Kosten für das Realisieren einer elektronischen Krankenakte ließen sich durch vermehrte rechnerbasierte Soforterfassung mittels eines mobilen

Kleinstcomputers erreichen. Obwohl zahlreiche Arten von leistungsfähigen, mobilen Kleinstcomputern zur Verfügung stehen, setzen sich diese nur langsam als Werkzeuge der Informationsverarbeitung in Krankenhäusern durch. Dies mag daran liegen, daß bisher unerforscht ist, welche Funktionalität auf wie gestalteten Geräten angeboten werden muß, und wie diese in heterogene Krankenhausinformationssysteme integriert werden.

1.3 Zielsetzung

Aus den oben erläuterten Problemen lassen sich folgende Ziele für diese Arbeit ableiten:

Ziel 1 ist es, die Gestaltung von mobilen Informations- und Kommunikationswerkzeugen in Bezug auf Funktionalität und Geräteeigenschaften zu erarbeiten. Dabei sollen die Wünsche der klinischen Anwender und die derzeitige Praktikabilität berücksichtigt werden.

Ziel 2 ist es, alle Aspekte, die bei der Integration von mobilen Informations- und Kommunikationswerkzeugen in ein heterogenes Krankenhausinformationssystem berücksichtigt werden sollten, zu beschreiben und zu diskutieren.

Schließlich soll unter Verwendung der in Ziel 1 und 2 erarbeiteten Konzepte ein Vorschlag für die Integration von mobilen Informations- und Kommunikationswerkzeugen am Universitätsklinikum Heidelberg dargelegt werden.

1.4 Fragestellung

Die Beantwortung folgender Fragen soll helfen die obengenannten Ziele zu erreichen.

Fragen zu Ziel 1:

Welche Funktionalität wird auf welchem mobilen Kleinstcomputer benötigt?

Welche Anforderungen sind an ein mobiles Kommunikations- und Informationswerkzeug zu stellen?

Fragen zu Ziel 2:

Welche Voraussetzungen muß die Infrastruktur eines Krankenhausinformationssystems erfüllen, damit Funktionen auf mobilen Kleinstcomputern angeboten werden können?

Sind mobile Informationswerkzeuge in einem Krankenhaus nur mit Funknetz sinnvoll einsetzbar?

Welche Software-Architekturen eignen sich für die Integration mobiler Funktionen mit anderen Anwendungssystemen?

Welche organisatorischen Aspekte sind bei der Integration mobiler Kleinstcomputer in ein Krankenhausinformationssystem zu berücksichtigen?

Wie lassen sich Datenschutz und Datensicherheit bei der Verwendung von mobilen Kleinstcomputern gewährleisten?

1.5 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Die Fragen bezüglich Ziel 1 werden mit Hilfe der in Kapitel 3 beschriebenen praxisnahen Evaluationsstudien beantwortet. Ergebnisse dieser Evaluationsstudien und Erkenntnisse, die bei der Entwicklung und Bereitstellung der für die Studien benötigten Technik gewonnen wurden, fließen in die in Kapitel 4 dargestellten Antworten zu den Fragen bezüglich des zweiten Ziels mit ein.

In Kapitel 2 werden Grundlagen für das Verständnis der folgenden Kapitel gelegt. Es werden zentrale Begriffe definiert. Eine Übersicht und Einteilung von mobilen Kleinstcomputern wird gegeben. Außerdem wird das Konzept des Medizinischen Informationsassistenten (MEDINA) vorgestellt. Andere verwandte Forschungsprojekte werden kurz beschrieben.

In Kapitel 5 wird ein Vorschlag für die Integration von mobilen Kleinstcomputern am Universitätsklinikum Heidelberg dargelegt.

Kapitel 6 dient schließlich der Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse dieser Arbeit.

2 Grundlagen

2.1 Begriffe aus dem Bereich Krankenhausinformationssystem

Da über die Definition eines Krankenhausinformationssystems keine einheitliche Meinung besteht (vgl. [Winter 1994], S.10ff), wird im folgenden dargelegt, was in dieser Arbeit unter Krankenhausinformationssystem bzw. Management von Krankenhausinformationssystemen verstanden wird. Die Ausführungen zum verwendeten Begriffssystem basieren auf [Haux et al. 1998].

2.1.1 Grundbegriffe zum Beschreiben von Krankenhausinformationssystemen

Das Informationssystem eines Krankenhauses ist vergleichbar mit Informationssystemen von Unternehmen und wird in folgenden Krankenhausinformationssystem bezeichnet.

Ein *Informationssystem* ist das (sozio-technische) *Teilsystem* eines Unternehmens, das aus den *informationsverarbeitenden* Aktivitäten und den an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungsträgern in ihrer informationsverarbeitenden Rolle besteht. Personen als ‘menschliche Handlungsträger’ können entweder Teil des Informationssystems, Benutzer oder beides sein.

Eine in einem Krankenhaus beschäftigte Person, also z. B. Ärzte und Pflegekräfte, nimmt unterschiedliche Rollen ein. Als Teil des Krankenhausinformationssystems fungieren Ärzte in ihrer informationsverarbeitenden Rolle, wenn sie z. B. Einträge in die Patientenakte vornehmen. Beim Ausleihen einer Akte aus dem Archiv sind sie Benutzer des Krankenhausinformationssystems.

Informationssysteme, in denen u. a. Rechnersysteme als Werkzeuge der Informationsverarbeitung eingesetzt werden, werden *rechnerunterstützte Informationssysteme* genannt. Ein Teilsystem eines Informationssystems, in welchem (ausschließlich) Rechnersysteme verwendet werden, wird als *rechnerunterstützter Teil* eines Informationssystems bezeichnet.

Obige Definition soll verdeutlichen, daß man bei Informationssystem nicht sofort Computer assoziiert. Vielmehr ist der Umfang und die Komplexität des konventionellen Teils eines Informationssystems - als Gegensatz zum rechnerunterstützten Teil - meist ebenfalls beachtlich, aber schwerer greifbar. Zum *konventionellen Teil* eines Krankenhausinformationssystems gehören *konventionelle Werkzeuge* wie z.B. Akten, Formulare, Telefon, Rohrpost usw. Bereits vor Einführung des ersten Rechnersystems liegt in der Regel ein komplexes, umfangreiches Krankenhausinformationssystem vor. Zum *rechnerunterstützten Teil* des Krankenhausinformationssystems gehören Rechnersysteme unterschiedlichen Fabrikats, Typs und (Speicher-) Größe sowie angeschlossene Peripheriegeräte wie Bildschirme, Drucker etc.

Die Funktionalität eines *Informationssystems* kann mit Hilfe von *informationsverarbeitenden Verfahren* und *Verfahrenszugängen* beschrieben werden. Informationsverarbeitende Verfahren sind Gruppen von Aktivitäten, die wichtige Aufgaben des Informationssystems eines Unternehmens erfüllen. Sie verarbeiten eine Eingabe zu einer Ausgabe unter Anwendung von Vorschriften. Dabei beziehen sie sich auf festgelegte Objekttypen. Charakteristisch ist, daß informationsverarbeitende Verfahren ständig durchgeführt werden, ohne definierten Anfang und Ende. Ein informationsverarbeitendes Verfahren, das unmittelbar von einem Benutzer eines Informationssystems genutzt werden kann, stellt hierfür einen *Verfahrenszugang* zur Verfügung. Informationsverarbeitende Verfahren werden in der Literatur gelegentlich auch als ‘Funktionen’ bezeichnet (vgl. z.B. [Martin 1989]). Hier wird jedoch die Bezeichnung ‘informationsverarbeitendes Verfahren’ vorgezogen, um so die Aktivitäten im Krankenhaus von den benutzten *Werkzeugen* und den von ihnen angebotenen ‘Funktionen’ unterscheiden zu können.

Mit *Objekttypen* sind Denkeinheiten gemeint, die aus einer Menge von Gegenständen (‘Objekten’) unter Ermittlung der gemeinsamen Eigenschaften dieser Gegenstände gebildet werden. Der Objekttyp ‘Behandlungsfall’ vereinigt bei-

spielsweise alle Fälle (i. d. R. stationäre Aufenthalte) der verschiedenen Patienten mit Angaben zum Aufnahmedatum, Entlaßdatum, Diagnosen usw.

Ein *informationsverarbeitendes Verfahren* ‘Befundpräsentation’ könnte beispielsweise gemäß der obigen Definition folgendermaßen beschrieben werden:

- Bezeichnung: Befundpräsentation
 Objekttypen: Patient, Behandlungsfall, Untersuchungsauftrag, Befund
 Vorschriften:
1. Auf dem Befund sollen normale Vergleichswerte zu sehen sein.
 2. Auffallende Werte sollen gekennzeichnet sein.
 3. Der Befund wird der Patientenakte beigelegt.

Das *Verfahren* ‘Befundpräsentation’ kann unmittelbar von einem Benutzer des Informationssystems benutzt werden, es verfügt also über einen *Verfahrenszugang*. Ein Verfahren ohne Verfahrenszugang ist z. B. das Verfahren ‘Befundübermittlung’, wenn es so definiert ist, daß es zwar mit anderen Verfahren Informationen austauscht, aber nicht direkt von einem Benutzer angewendet werden kann.

Um die in den informationsverarbeitenden Verfahren geforderte Funktionalität zu gewährleisten, müssen konventionelle und rechnerunterstützte Werkzeuge der Informationsverarbeitung verfügbar sein. Hierbei lassen sich Anwendungssysteme und physische Subsysteme unterscheiden. Anwendungssysteme werden auf der Basis physischer Subsysteme (z. B. Rechner, Netze oder Formulare) realisiert. Anwendungssysteme bieten dem Benutzer Funktionen an. Mit den Funktionen werden die Zugänge zu den informationsverarbeitenden Verfahren realisiert. Terminale (im Sinne von ‘Endpunkten’) sind physische Subsysteme, die den Benutzern unmittelbar zur Verfügung stehen; hierzu gehören z. B. Arbeitsplatzrechner, Drucker etc. Auf solchen Terminalen werden die Funktionen der Anwendungssysteme angeboten.

Ein Anwendungssystem ist ein *Teilsystem* des *Informationssystems*, das unmittelbar *informationsverarbeitende Verfahren* realisiert. Ein Kennzeichen für ein *Anwendungssystem* ist, daß es autonom die Verarbeitung und Speicherung von Informationen und Wissen in Form von Daten ermöglicht. Ein Anwendungssystem wird entweder realisiert durch ein *Anwendungssoftwareprodukt* oder durch Organisationspläne.

Ein *Anwendungssoftwareprodukt* ist ein abgeschlossenes, erworbenes oder eigenentwickeltes Programm oder Programmpaket, das auf *Rechnersystemen* installiert werden kann.

Ein *physisches Subsystem* ist entweder ein System von Personen und konventionellen Werkzeugen der Informationsverarbeitung oder ein Rechnersystem. *Rechnersysteme* sind alle Arten von Rechnern, inklusive Peripheriegeräte wie Bildschirme, Drucker, Lesegeräte, Netze etc. *Konventionelle Werkzeuge* sind z. B. Formulare, Schreibmaschinen, Telefone usw.

Im Gegensatz zu *Anwendungssystemen*, die direkt *informationsverarbeitende Verfahren* ermöglichen, stellt ein *physisches Subsystem* lediglich ein Potential nutzbarer Ressourcen dar. Ein PC, der an einem Arbeitsplatz steht, ist ein physisches Subsystem, auch wenn keine Anwendungssysteme auf ihm installiert sind; der Nutzen im Informationssystem ist dann eher theoretischer Natur.

Oft soll nur ein Teil des ganzen Informationssystems, d. h. ein *Sub-Informationssystem*, betrachtet werden. Wenn beispielsweise die Formulare einer Abteilung eines Krankenhauses überarbeitet und vereinheitlicht werden, genügt es, das konventionelle Sub-Informationssystem dieser Abteilung zu untersuchen. Ein Sub-Informationssystem ist also ein Teilsystem eines Informationssystems, das die Verfahren, Anwendungssysteme und physischen Subsysteme eines Informationssystems umfaßt, die zusammen einen Teilbereich des Informationssystems beschreiben. Sub-Informationssysteme können nach verschiedenen Aspekten aus Informationssystemen gebildet werden. Häufig sind die Informationssysteme von Bereichen oder Abteilungen eines Unternehmens von besonderem Interesse, oder aber ein bestimmtes Anwendungssystem oder ein physisches Subsystem bildet die Grundlage für die Konstruktion des Sub-In-

formationssysteme. Ein Beispiel für den ersten Fall wäre ein medizinisches Abteilungsinformationssystem einer Klinik, für den zweiten Fall das Organisations- und Dokumentationssystem einer Abteilung für Radiodiagnostik. Wenn ein Rechnersystem durch ein anderes ersetzt werden soll, müssen alle Anwendungssysteme, die darauf installiert sind, und die realisierten Verfahren in die Betrachtung miteinbezogen werden.

Sub-Informationssysteme, Verfahren, Anwendungssysteme und physische Subsysteme bezeichnen wir als *Informationssystemkomponenten*.

2.1.2 Drei-Ebenen Modell

Unter Verwendung dieser Terminologie stellt das in [Winter 1994; Winter, Haux 1995] erläuterte Drei-Ebenen-Modell zum Beschreiben, Bewerten und Planen von Krankenhausinformationssystemen eine Methode zur Verfügung. In dieser wird unterschieden zwischen einer Verfahrensebene, einer Logischen und einer Physischen Werkzeugebene. In allen Ebenen repräsentieren die Knoten und Kanten der gerichteten Graphen Objekte, mit deren Eigenschaften eine strukturierte Beschreibung eines Krankenhausinformationssystems ermöglicht wird. Die Verfahrensebene beschreibt durch informationsverarbeitende Verfahren und deren Informationsaustausch die Funktionalität eines Krankenhausinformationssystems. Die zur Realisierung der Verfahren eingesetzten Werkzeuge werden in den Graphen der Logischen und Physischen Werkzeugebene dargestellt. Den Graph der Logischen Werkzeugebene bilden Anwendungssysteme und deren Kommunikationsschnittstellen. In der Physischen Werkzeugebene werden Physische Subsysteme, wie z.B. Rechnersysteme, sowie deren Datenübertragungsschnittstellen beschrieben. Zwischen den Objekten der drei Ebenen sind mengenwertige Abbildungen definiert, die es ermöglichen, die Zusammenhänge zwischen den Ebenen zu modellieren. Formal definierte Integritätsbedingungen unterstützen bei der Modellierung und ermöglichen ein Überprüfen der Vollständigkeit eines Modells.

2.1.3 Charakteristika von Krankenhausinformationssystemen

Das Ziel eines Krankenhausinformationssystems ist es, die adäquate Durchführung der notwendigen informationsverarbeitenden Verfahren zu ermöglichen unter Berücksichtigung einer wirtschaftlichen Betriebsführung sowie von gesetzlichen und sonstigen Anforderungen.

Zu den Aufgaben von Informationssystemen gehören das Bereitstellen der richtigen Informationen und des richtigen Wissens zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort, für die richtigen Personen, in der richtigen Form. Dies wird als Informations- und Wissenslogistik bezeichnet. Letztendlich dient die Informations- und Wissenslogistik dazu, daß Arbeitsabläufe unterstützt werden können und Benutzer in die Lage versetzt werden, Entscheidungen zu treffen. Die Aufgaben eines Krankenhausinformationssystems sind in ([Shortliffe et al. 1990; Winter 1994]) beschrieben und können wie folgt zusammengefaßt werden. Vor allem müssen Informationen über Patienten rechtzeitig zur Verfügung gestellt werden. Hierfür müssen Informationen über Patienten systematisch erhoben, verarbeitet, gespeichert und wieder auffindbar gemacht werden. Durch das rasante Anwachsen des Medizinischen Wissens ist es eine weitere Aufgabe des Krankenhausinformationssystems, Wissen über Krankheiten und deren Therapien bereitzustellen. Auch Informationen zur Qualität der Patientenversorgung und dem Kostengeschehen müssen in einem Krankenhaus verfügbar gemacht werden. Bei universitären Krankenhäusern kommen noch Aufgaben in der Lehre und Forschung hinzu. Bei der Durchführung all dieser Aufgaben müssen gesetzliche Anforderungen berücksichtigt werden; eine wirtschaftliche Betriebsführung muß hierbei gewährleistet sein.

Personen aus unterschiedliche Bereichen eines Krankenhauses erfüllen unterschiedliche Aufgaben und haben unterschiedliche Anforderungen an das Informationssystem. Die in einem Krankenhaus für die Patientenversorgung wichtigsten Bereiche sind Stationen, Ambulanzen, Funktionsbereiche für Diagnostik und Therapie und sonstige Funktionsbereiche, z. B. Apotheke, Archiv und Blutbank. Hinzu kommen Bereiche der Krankenhausverwaltung für die allgemeine Verwaltung, die Patientenverwaltung und -abrechnung, die Technik, Wirtschaft und Versorgung. Weitere Bereiche umfassen die Krankenhausleitung, die Abteilungsleitungen, die Verwaltungsleitung und die Pflege-

dienstleitung. Zu den wichtigsten Personengruppen im Krankenhaus, in Hinblick auf das Management und den Betrieb von Krankenhausinformationssystemen, zählen beispielsweise, neben Patienten und Besuchern, die Ärzte, Pflegekräfte, Verwaltungspersonal, medizintechnisches Personal und Personal für das Management und den Betrieb des Krankenhausinformationssystems.

2.1.4 Management von Krankenhausinformationssystemen

Nach [Haux et al. 1998] bedeutet *Management von Informationssystemen*, Informationssysteme zu planen, auf der Grundlage dieser Planungen den Aufbau und die Weiterentwicklung ihrer Architektur und ihren Betrieb zu steuern und die Einhaltung der Planvorgaben und den Betrieb zu überwachen. Die Steuerung von Informationssystemen erfolgt in der Regel durch Projekte.

Das Management von Krankenhausinformationssystemen wird von außen beeinflusst, beispielsweise durch Vorgaben der Krankenhausleitung, durch Änderungen bei Gesetzen und Verordnungen¹, aber auch durch Fortschritte in der Informationstechnologie. Gleichzeitig müssen aber auch die mit dem Management von Krankenhausinformationssystemen beauftragten Personen auf die Krankenhausleitung, die Ärzte und Pflegekräfte und ggf. die Gesetzgeber einwirken, um eine systematische Informationsverarbeitung zu gewährleisten.

Die Tätigkeiten des Managements von Informationssystemen unterteilen sich in Aufgaben des *strategischen* und des *taktischen Managements*. Sowohl für das *strategischen* wie auch für das *taktische Management* unterteilen sich die Aufgaben in Planung, Ausbau und Weiterentwicklung und Überwachung und werden meist in Form von Projekten durchgeführt.

Im Vordergrund steht beim strategischen Management von Informationssystemen die Rahmenplanung des Informationssystems. Sie gibt, in der Regel für einen vorgegebenen Zeitraum, allgemeine Leitlinien für den Aufbau bzw. die Weiterentwicklung eines Informationssystems als Ganzem oder wesentlicher Teile vor. Das Ergebnis der Rahmenplanung ist ein Rahmenplan oder ein Rahmenkonzept. Ein solches Rahmenkonzept enthält beispielsweise die Beschreibung des Ist-Zustands (Organisation des Unternehmens und Informationssystem), die Beschreibung des Soll-Zustands und eine grobe Darstellung, wie man vom Ist zum Soll kommen möchte. Das Rahmenkonzept ist regelmäßig fortzuschreiben (z. B. im Abstand von einigen Jahren).

Beim Ausbau und der Weiterentwicklung des Krankenhausinformationssystems initiiert das strategische Management Projekte, die ihm Rahmen des taktischen Managements ausgeführt werden. Die generelle Zielsetzung solcher Projekte ist letztendlich die Einführung neuer oder die Änderung bestehender Informationssystemkomponenten, z.B. im Hinblick auf eingesetzte Werkzeuge bestehender informationsverarbeitender Verfahren. Projekte für das taktische Management von Informationssystemen enthalten Phasen zur Analyse, Bewertung, Auswahl, Bereitstellung und Einführung von Informationssystemkomponenten.

So könnte beispielsweise im Rahmen des strategischen Managements entschieden werden, daß innerhalb der nächsten 5 Jahre das Formularwesen zum Anfordern von Leistungen und Medikamenten modernisiert und rechnerunterstützt realisiert werden soll. Hierfür müßten dann Projekte für das taktische Management initiiert werden. Solche Projekte würden die Analyse der vorhandenen Formulare und deren Verarbeitungsregeln sowie die Auswahl, Adaptierung und Inbetriebnahme eines entsprechenden Anwendungssoftwareproduktes beinhalten. Anhand der Analyse kann sich ergeben, daß das Formularwesen besser rechnerunterstützt realisiert werden kann, wenn mobile Informationswerkzeuge eingesetzt werden. Diese Entscheidung wäre dann wiederum Sache des strategischen Managements. Die Ausführungen in dieser Arbeit sollen sowohl Projekte des taktischen Managements als auch Entscheidungen des strategischen Managements unterstützen.

2.1.5 Integration

Ein weiterer Begriff von zentraler Bedeutung für diese Arbeit ist der Begriff der Integration. Laut [Digel, Kwiatkowski 1987], S. 263 bedeutet Integration allgemein “das (Wieder)herstellen eines Ganzen, einer Einheit, durch Einbeziehung außenstehender Elemente oder Vervollständigung”. Nach ([Ehlers et al. 1992], S.50) ist Integration der Grad der Einbettung eines oder mehrerer Objekte in ein umfassendes System.

Das Krankenhausinformationssystem wäre also ein umfassendes System, in das Objekte wie z.B. Rechnersysteme, Anwendungssysteme oder ganze Sub-Informationssysteme wie z.B. ein Laborinformationssystem, eingebettet sind, so daß sie folgende Ziele bestmöglich verwirklichen.

Ziele der Integration sind Vereinfachung der Bedienung von Anwendungssystemen und Reduzierung des Schulungsaufwandes durch ähnliche Gestaltung der Benutzungsschnittstellen, Vermeidung von Fehlern durch Mehrfacherfassung sowie Zeitersparnis durch Funktionsintegration und multiple Verwendbarkeit einmal erfaßter Daten.

Wie z.B. in [Lagemann 1996], S. 40f und [Degoulet et al. 1996] erörtert, werden verschiedene Aspekte der Integration unterschieden. [Degoulet et al. 1996] unterteilt in drei wesentliche Aspekte: die Funktionale Integration, die technische Integration und die organisatorische Integration.

Technische Integration

Bei der technischen Integration müssen verschiedene Aspekte beachtet werden. Diese bauen teilweise aufeinander auf, werden aber nicht als Stufen bezeichnet, da sie zum Teil unterschiedliche Sichtweisen beinhalten. Die Integrationsaspekte können verwendet werden, um den Grad der Integration eines Anwendungssystems oder eines Rechnersystems zu bestimmen. In Tabelle 2-1 sind wichtige Integrationsaspekte kurz beschrieben und anhand eines Beispiels kurz erläutert. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Funktionale Integration

Nach [Degoulet et al. 1996], ist es ein Ziel der Funktionalen Integration, zu erreichen, daß der Benutzer an Klinischen Arbeitsplatzsystemen alle für ihn notwendigen Funktionen ausführen kann. Welche Funktionen dies im einzelnen sein können, ist in Kapitel 2.2 detaillierter beschrieben. Funktionale Integration, in diesem Zusammenhang auch als *Funktionsintegration* bezeichnet (vgl. [Lagemann 1996]), geht jedoch darüber hinaus und beinhaltet, daß Funktionen nur einmal durchgeführt werden müssen, auch wenn sie für mehrere Verfahren gebraucht werden. Eine Krankenschwester wählt beispielsweise in einem Anwendungssystem zur Pflegedokumentation einen Patienten aus und dokumentiert für ihn die durchgeführten Maßnahmen. Danach will sie im Anwendungssystem für die rechnerunterstützte Essensanforderung sein Essen bestellen. Ein hoher Grad der Funktionsintegration liegt dann vor, wenn die Krankenschwester den Patienten nicht erneut auswählen muß. Funktional optimal integriert wären die Anwendungssysteme, wenn die Krankenschwester gar nicht merkt, daß sie eigentlich mit zwei Anwendungssystemen arbeitet.

Aus dem Blickwinkel der Softwarearchitektur betrachtet, ist die funktionale Integration dann hoch, wenn z.B. die Funktion ‘Patienten Auswählen’ nur einmal vorliegt und sie von verschiedenen Anwendungssystemen aktiviert werden kann. Dies hat den Vorteil, daß die einzelnen Anwendungssysteme ‘schlanker’ sind, und daß der Benutzer immer die gleiche Funktion bedienen kann. Es ist also die bei den Aspekten der technischen Integration beschriebene Präsentationsintegration in einem sehr hohen Maße verwirklicht.

¹ großen Einfluß auf Krankenhausinformationssysteme hatte zum Beispiel das Gesundheitsstrukturgesetz, weil es u.a. eine Änderung der Abrechnungsmodalitäten vorgab.

Integrationsaspekt	Beschreibung	Beispiel
Hardware Integration	liegt vor, wenn möglichst viele Rechner über Datenübertragungsschnittstellen miteinander verbunden sind. Dies ist Voraussetzung für fast alle anderen Integrationsaspekte.	Weil zwischen allen Rechnern der Station B und dem Rechner der Küche Datenübertragungsverbindungen innerhalb des Klinikums bestehen, ist es möglich ein Programm zur elektronischen Essensanforderung zu installieren.
Zugangsintegration	liegt vor, wenn alle Funktionen in einheitlicher Weise z. B. durch Auswahl aus einem Menü aufgerufen werden können, egal auf welchen Servern sie liegen bzw. mit welchen Kommandos sie aufgerufen werden.	Abbildung 2-1 die Bedienoberfläche von MEDIAS/Win: Durch Drücken einer der Schaltflächen kann die jeweilige Funktion aktiviert werden, egal was für Umgebungsvariablen gesetzt werden müssen oder auf welchem Server das gerufene Programm installiert ist.
Präsentationsintegration	liegt vor, wenn alle Anwendungssysteme die gleiche Benutzungsoberfläche haben. Dies ist bei neueren Programmen durch Einhalten der Richtlinien (z.B. der SAA Norm) meist gegeben. Es bestehen aber immer noch Abweichungen zwischen verschiedenen Betriebssystemen.	Die Oberflächen von MS Windows Programmen. Hier ist die Aufteilung des Bildschirms, die Belegung von Funktionstasten und die Art der Menüs durch einen quasi Standard vorgegeben.
Datenintegration	bedeutet, daß ein Datum nur einmal erhoben werden muß und dann allen anderen Stellen zur Verfügung steht. Datenintegration ist Voraussetzung für eine bessere Qualität von Daten, da sie hilft, Mehrfacherfassungen zu vermeiden und sicherstellt, daß alle Systeme mit dem selben Datenbestand arbeiten. Zur Verwirklichung von Datenintegration sind zentrale Systeme oder bei heterogenen Systemen die Kommunikation zwischen Anwendungssystemen notwendig.	Nachdem die Patientenstammdaten bei der Patientenaufnahme einmal erfaßt sind, können automatisch Organisationsmittel, wie z.B. Etiketten erstellt werden. Die Daten stehen dem Medizinischen Dokumentationssystem auf der Station zur Verfügung, ohne daß sie erneut erhoben werden müssen.
Kommunikationsintegration	bezieht sich eher auf das Informationssystem und empfiehlt, den Nachrichten- bzw. Datenaustausch zwischen Anwendungssystemen zu standardisieren. Dies ist Voraussetzung für die Datenintegration. Durch das Aufkommen der 'offenen Systeme' und das Verbreiten der Standards wie z.B. HL7 wird sie inzwischen gut unterstützt.	Am Klinikum Heidelberg werden Stamm-, Fall-, Besuch, und Bewegungsdaten, über einen zentralen Kommunikationsserver standardisiert (in HeiKo Format oder HL7 Form), an andere Anwendungssysteme verschickt. Die Standardisierung spart bei der Integration neuer Systeme Aufwand, z.B. weil Nachrichten nicht jedesmal neu spezifiziert werden müssen.
Semantische Integration	beinhaltet weitere Standardisierungen und das Erstellen von Metathesauren. Denn es müssen bei der Integration auch Vereinbarungen getroffen werden, wie z.B. Nachrichteninhalte zu bestimmten Ereignissen zu behandeln sind, oder was unter bestimmten Feldinhalten zu verstehen ist. Nach [Degoulet et al. 1996] und [van Mulligen et al. 1994] wird die semantische Integration ein Forschungsschwerpunkt der nächsten Jahre sein.	Das Erstellen von Metathesauren, die das Zusammenführen von Daten verschiedener Ressourcen vereinfachen. Dies wird z.B. beim Generieren von patientenzentrierten Sichten auf eine elektronische Akte, deren Inhalte auf verschiedene Anwendungssysteme verteilt sind, notwendig.

Tabelle 2-1: Integrationsaspekte.

[Winter et al. 1996] beschreibt drei Stufen der Einheitlichkeit, die funktionale Integration ausmachen. Auf Stufe 0 'keine Einheitlichkeit' ist Hardware Integration vorhanden. Hier ist es möglich alle relevanten Funktionen an einem Arbeitsplatz zu aktivieren. Auf Stufe 1 liegt Hardware- und Zugangsintegration und auf Stufe 2 zusätzlich Funktionsintegration vor.

Organisatorische Integration

[Degoulet et al. 1996] faßt unter organisatorischer Integration alles zusammen, was für die Einführung eines neuen Anwendungs- oder Rechnersystems organisiert werden muß. Hierzu gehören z.B. das Erstellen einer Migrationsstrategie, das Bereitstellen von finanziellen und personellen Ressourcen, um das klinische Personal zu schulen. Durch den Einsatz neuer rechnerbasierter Werkzeuge in medizinischen Abteilungen werden sozio-technische Systeme hoher Komplexität geschaffen. Als Folge ergibt sich, daß der Arbeitsablauf und die Art des Zusammenarbeitens modifiziert werden muß, daß sich die Freiheitsgrade der Organisation, einschließlich des Personals, verringern, und daß Kompetenz auf der Seite des Benutzers erwartet wird. Dieser subtile Prozeß des Einflußnehmens der Informationstechnik auf die aktuelle Arbeitssituation ist gerade im medizinischen Umfeld besonders schwierig und bedarf mehr als in anderen Feldern adäquater und situationsspezifischer Einsatzvorbereitung (vgl. [GMDS AG KAS 1996]).

2.2 Klinische Arbeitsplatzsysteme

Da mobile Informationswerkzeuge ein Klinisches Arbeitsplatzsystem ergänzen und eventuell an manchen Stellen ersetzen können, ist es für die Betrachtungen in dieser Arbeit wichtig zu wissen, was unter einem Klinischen Arbeitsplatzsystem verstanden wird und wie der Stand der Forschung ist.

Seit Anfang der 90er Jahre werden integrierte Klinische Arbeitsplatzsysteme intensiv erforscht und entwickelt, um Ärzten, Pflegepersonal und anderem klinischen Personal einen einfachen, direkten Zugang zu informationsverarbeitenden Verfahren zu gewährleisten. Dazu werden in der Regel verschiedene Funktionen vor allem zur Präsentation patientenbezogener Informationen, zur medizinischen und pflegerischen Dokumentation und der Zugriff auf medizinisches Wissen unter Verwendung von leistungsfähigen PCs bereitgestellt. Klinische Arbeitsplatzsysteme sind also das Medium, über das klinisches Personal die rechnerbasierte Informationsverarbeitung im Krankenhaus wahrnimmt.

Integrierte klinische Arbeitsplatzsysteme werden in der internationalen Fachliteratur vielfach beschrieben und diskutiert (vgl. z.B. [Ball et al. 1994], [Winter et al. 1996], [Silva, Ball 1994]). Wesentliche Kennzeichen können in Anlehnung an ([Lagemann 1996], [Winter et al. 1996]) wie folgt zusammengefaßt werden:

- Zugang zu allen relevanten Verfahren, vor allem Zugriff auf alle relevanten patientenbezogenen Informationen und medizinisches Wissen, unabhängig davon, wo die Informationen gespeichert sind,
- multiple Verwendbarkeit einmal erfaßter Daten (Datenintegration),
- hohe Verfügbarkeit,
- einheitliche, leicht zu bedienende graphisch interaktive Benutzungsschnittstelle,
- Einsatz von Arbeitsplatzrechnern an informationsstrategisch wichtigen Stellen, wie z.B. dem Stationszimmer, der OP-Ausschleuse, im Arztzimmer,
- offene Systemarchitektur,
- Integration des Zugangs zu vorhandenen Anwendungssystemen des Krankenhausinformationssystems,
- leichte Adaptierbarkeit an sich verändernde Strukturen und Arbeitsabläufe,
- Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit.

Die funktionalen Anforderungen an Klinische Arbeitsplatzsysteme zu beschreiben, ist eine komplexe, schwierige Aufgabe. Wie in [Greenes et al. 1994] beschrieben, ist dies darauf zurückzuführen, daß viele verschiedene Tätigkeiten unterstützt werden, verschiedene Berufsgruppen (z.B. ÄrztInnen, Pflegekräfte, Sekretärinnen, Versorgungsassistenten) involviert sind und daß die Anforderungen dem Wandel der Gesetzgebung für das Gesundheitswesen unter-

worfen sind. Nicht zuletzt sind die funktionalen Anforderungen mit technologischen Möglichkeiten verknüpft und ändern sich mit dem Grad der Rechnerdurchdringung im klinischen Alltag. Je mehr Papierdokumente und persönliche Absprachen durch rechnerbasierte Funktionen ersetzt werden, desto umfangreicher werden die funktionalen Anforderungen an Klinische Arbeitsplatzsysteme. Je mehr Funktionalität am Klinischen Arbeitsplatzsystem angeboten wird, desto wichtiger ist es, daß den Benutzern benutzerbezogene Sichten, d.h. jeweils nur die für sie relevanten Funktionen, angeboten werden. Dies erleichtert die Benutzung der Klinischen Arbeitsplatzsysteme und steigert die Datensicherheit. Zum Erarbeiten der funktionalen Anforderungen werden in [Greenes et al. 1994] unterschiedliche Methoden wie z.B. Literaturanalysen, Gespräche, Brainstorming und Interviews mit Experten und Endbenutzern sowie formale Methoden (wie z.B. das Spiralenmodell oder die Waterfallmethode), die auch bei der Softwareentwicklung angewendet werden, vorgeschlagen. Ergebnisse dieser Aktivitäten sind in der Regel Auflistungen der benötigten Funktionalität, auch Checklisten genannt, die nach unterschiedlichen Gesichtspunkten gegliedert und in unterschiedlicher Granularität und Vollständigkeit dargestellt werden. Beispiele für solche Auflistungen sind zu finden in ([Degoulet et al. 1996], [GMDS AG KAS 1996], [Greenes et al. 1994], [Isele 1991], [Safran 1994], [Winter et al. 1996]). Für die Zwecke dieser Arbeit soll die Aufstellung in Tabelle 2-2 genügen. Sie orientiert sich an den Bedürfnissen von ÄrztInnen, Pflegepersonal und Sekretariaten und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Tabelle 2-2 basiert auf den Ausführungen oben genannter Autoren.

patientenbezogene Verfahren	nicht-patientenbezogene Verfahren
Einsicht in die elektronische Patientenakte Zugriff auf und Verwaltung von - Patientenstammdaten - aktuellen Befunden - Behandlungsverlaufs - aller Dokumente der aktuellen und von früheren Behandlungen Patientendatenverwaltung Patienten(-not-)aufnahme Patientenverlegung Patientenentlassung Patientenabrechnung Klinische Dokumentation Diagnosendokumentation OP-Dokumentation Arztbriefschreibung Befundschreibung Leistungsdokumentation Pflegedokumentation andere patientenbezogene Dokumentation Kooperation mit Leistungserbringern Leistungsanforderung Terminvereinbarung Befundempfang und -einsicht Übersicht über angeforderte Leistungen Essensplanung- und bestellung	Zugriff auf Wissen Nutzung von fachspez. Nachschlagewerken Zugriff auf allgemeine Informationen (z.B. Mitarbeiterverzeichnis, Fahrpläne) Zugriff auf hausinterne Informationen (z.B. Telefonverzeichnis, Pflegestandards) Nutzung von Literaturdatenbanken Nutzung des Internets Kommunikation über Elektronische Post externer Informationsaustausch Arbeitshilfen für die Personalplanung und -verwaltung Übersicht über Mitarbeitertermine Arbeitslisten Dienstplanerstellung Arbeitszeiterfassung Betriebsteilbezogene Funktionen Anforderung von Medikamenten Anforderung von Material Qualitätssicherung Belegungsübersicht, Bettenverwaltung Erstellen von Statistiken Sonstige Werkzeuge zur Informationsverarbeitung Textverarbeitung Tabellenkalkulation Grafik Präsentationserstellung

Tabelle 2-2: Funktionale Anforderungen an Klinische Arbeitsplatzsysteme.

Integrierte Klinische Arbeitsplatzsysteme können nach [Winter et al. 1996] als Sub-Informationssysteme innerhalb eines Krankenhausinformationssystems angesehen werden. Sie müssen Zugang zu verschiedenen Anwendungssystemen des Krankenhausinformationssystems bieten. Dieser Zugang wird unterschiedlich, meist basierend auf dem Client/Server Konzept, realisiert. Es gibt pragmatische Ansätze, wie z.B. das unten beschriebene MEDIAS (siehe [Lagemann et al. 1994], [Winter et al. 1996]), MEDSHELL (siehe [Wünnemann et al. 1996]) oder UNICODE (vgl. [Scherer et al. 1994]), bei denen Sicherheitsaspekte und Zugangsintegration primär durch eine Aufrufschale realisiert

sind. Dabei ist MEDSHELL so konstruiert, daß Funktionen voll integriert werden können, sofern Softwareentwickler sich an die 'Aachener Vorgaben' halten und die von ihnen in ihrer Komponenten-Bibliothek zur Verfügung gestellten Service Module verwenden. Der "Patienten-Browser" ist ein Beispiel für solch ein Service-Modul. Komplexere Systemarchitekturen, die aber volle Funktionsintegration bieten, sind z.B. HERMES [van Mulligen et al. 1994] oder die von [Patil et al. 1994] beschriebene Architektur. HERMES ist, laut [Winter et al. 1996], eher ein Konzept für das gesamte Krankenhausinformationssystem als eine Architektur für ein Klinisches Arbeitsplatzsystem. Eine Übersicht über verschiedene Realisierungen von Klinischen Arbeitsplatzsystemen kann z.B. [van Bommel 1994; Lagemann 1996] entnommen werden.

Auf die von [Patil et al. 1994] beschriebene Architektur wird im folgenden kurz eingegangen, da in dieser spezielle Vorkehrungen für das Einbinden von unterschiedlichen Rechnersystemen, z.B. mit extrem kleinen Bildschirmen oder ohne Tastatur, getroffen wurden. Die Plattformunabhängigkeit dieser Systemarchitektur wird durch den Human Computer Interaction Manager (HCI-Manager) erreicht. Dieser besteht aus zwei Modulen, dem 'Device Independent Interaction Manager' und dem 'Device Specific Interaction Manager'. Letzterer kann auf verschiedenste Eingabemedien reagieren bzw. für diese angepaßt werden und Informationen gerätespezifisch darstellen. Die mit Hilfe des HCI-Managers erfaßten Daten bzw. die durch diesen zu präsentierenden Informationen werden über den zentralen Task/Context-Manager an den Information Broker weitergeleitet. Der Information Broker stellt über eine Datenbankschnittstelle die Verbindung zu den Informationsressourcen und den übrigen Anwendungssystemen her und kann zusätzlich Information vorladen und zur Steigerung der Performanz zwischenspeichern. Mit Hilfe von gespeicherten Kontext- und Benutzerinformationen ist der zentrale Task/Context Manager in der Lage anhand der vom Benutzer ausgelösten Aktionen die für den Benutzer notwendigen Applikationen zu starten. Der Task/Context-Manager koordiniert so den Informationsfluß zwischen dem HCI-Manager und dem Information Broker. Durch diese Architektur kann der Benutzer aufgabenorientiert arbeiten. Er muß nicht wissen, mit welchen Anwendungssystemen er welche Aufgaben erfüllen kann. Das System generiert dem Benutzer beispielsweise eine Art 'ToDo-Liste', in der nach Benutzereinstellung und hierarchisch geordnet z.B. der Zugriff auf angeforderte Literatur oder die von einem Arzt behandelten Patienten ermöglicht wird. Zu jedem Patienten sind wichtige Dokumente abrufbar. Zusätzlich sind durchzuführende Aktivitäten, wie z.B. der zu tätigende Anruf bei einem Kollegen oder die Vereinbarung eines Untersuchungstermins, aufgelistet. Jeder Eintrag ist mit dem jeweiligen Status (abgeschlossen, in Arbeit, zu erledigen) markiert.

Es stellt sich nun die Frage, ob solch aufwendige Architekturen im Zeitalter der Internet bzw. Intranet Technologie, dem WWW und dessen plattformunabhängigen Browsern noch benötigt werden. Sogenannte einfache Netzcomputer könnten die bisher sehr leistungsfähigen Arbeitsplatzrechner ablösen. [Degoulet et al. 1996] äußert sich in diesem Sinn. [Greenes, Deibel 1996] und [van Mulligan, Timmers 1996] sehen die Zukunft von Klinischen Arbeitsplatzsystemen vor allem geprägt durch ein Mischform der modernen Technologien wie z.B. CORBA, WWW und JAVA. Spezifische kleine Komponenten, die aufgrund von standardisierten Schnittstellen in verschiedenen Anwendungssystemen wiederverwendet werden können, sollten den Kern der modernen Klinischen Arbeitsplatzsysteme bilden.

MEDIAS

Da für die in Kapitel 3 vorgestellte Studie das Klinische Arbeitsplatzsystem MEDIAS/Win eingesetzt wurde, wird es im folgenden etwas genauer beschrieben. MEDIAS/Win wird an über 900 Rechnersystemen innerhalb des Universitätsklinikums Heidelberg eingesetzt (vgl. [Haux 1997]). MEDIAS/Win ist die konsequente Weiterentwicklung des in [Lagemann et al. 1994] und [Winter et al. 1996] beschriebenen pragmatischen Ansatzes zur Realisierung eines integrierten Klinischen Arbeitsplatzsystems.

Neben dem einheitlichen und zielgerichteten Zugriff auf die am Arbeitsplatz benötigten Funktionen realisiert MEDIAS/Win bestimmte Sicherheitsmechanismen, ohne die ein Einsatz der Betriebssystemplattform DOS 6.2/Windows 3.1 im Klinikbetrieb nicht möglich wäre. So stellt es unter Verwendung des Sicherheitssystems von

Novell Netware 3.12 eine Authentisierungskomponente zur Verfügung. Zusätzlich sorgen Aufrufkontrollkomponenten dafür, daß sensible Patientendaten nur mit den dafür vorgesehen Werkzeugen manipuliert werden können. Ein auf Tastendruck aktivierbarer, paßwortgeschützter Bildschirmschoner dient als Zugangssperre für unbeaufsichtigte Arbeitsplätze. Eine Stärke von MEDIAS liegt in der zentralen Administration der Arbeitsplätze. Sie ermöglicht die Parametrierung von benutzer- und arbeitsplatzbezogenen Profilen mit Hilfe eines datenbankbasierten Konfigurationswerkzeuges. Dieses Konfigurationswerkzeug unterstützt auch Auswertungen z.B. bezüglich der auf den Arbeitsplätzen eingesetzten Funktionen. Solche Auswertungen werden z.B. für Jahresberichte benötigt. Das eingebaute asynchrone Installationsmanagement minimiert den Aufwand für die Installation von lokal benötigten Softwarekomponenten. Eine detaillierte Beschreibung von MEDIAS/WIN kann [Kurz 1997] entnommen werden.

Abbildung 2-1 zeigt ein Beispiel für die Bedienoberfläche von MEDIAS/WIN. Nachdem der Benutzer sich angemeldet hat, wird der Zugriff auf die für ihn relevanten und am Arbeitsplatz vorhandenen Funktionen dynamisch generiert. Durch Drücken der Schaltflächen kann eine Funktion gestartet werden.

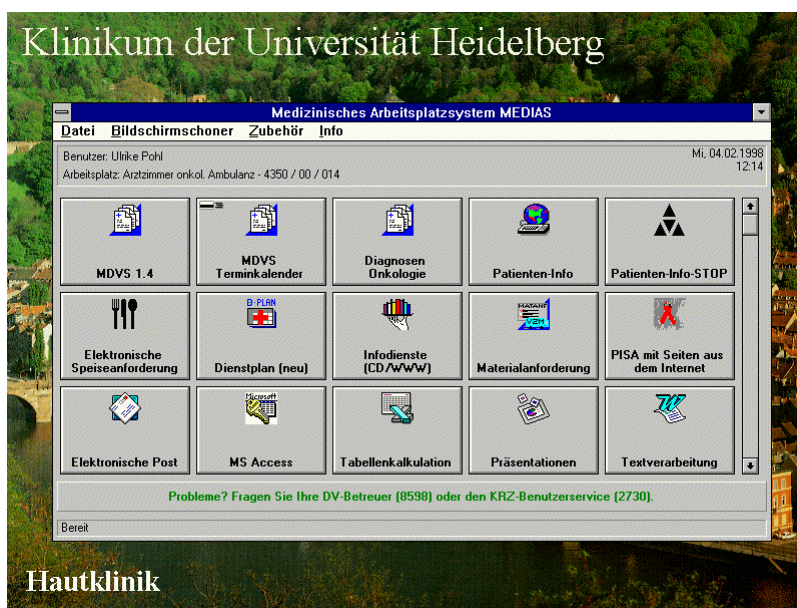


Abbildung 2-1: Beispiel für die Bedienoberfläche von MEDIAS. Durch Drücken der Schaltflächen kann eine Funktion aktiviert werden.

2.3 Mobile Kommunikations- und Informationswerkzeuge

Für die Informationsverarbeitung gibt es schon lange mobile Werkzeuge wie z.B. Notizzettel, Bleistifte oder Formulare, wobei letztere durch die Strukturierung der auf ihnen enthaltenen Informationen eine wichtige Grundlage für die Entwicklung von rechnerunterstützten Anwendungssoftwareprodukten darstellen.

Neben dem persönlich ausgetauschten Wort wurde die mobile Kommunikation vor dem Einzug der schnurlosen Telefone und Handys in der Regel durch 'Piepser' unterstützt. Unter Piepsern sind kleine Funkrufempfänger zu verstehen. Die meisten Ärzte verfügen über einen persönlichen Piepser, um innerhalb des Klinikums unabhängig vom Aufenthaltsort erreichbar zu sein. Zusätzlich gibt es in der Regel noch einen Stationspiepser und Piepser, die an bestimmte Dienste wie z.B. der Nachtdienst oder ein Bereitschaftsdienst, gebunden sind. Möchte man einen Mitarbeiter über Piepser erreichen, so wählt man einen Code, die Piepsernummer des Mitarbeiters und die eigene Telefonnummer. Der Piepser des Empfängers gibt dann einen Signalton von sich und zeigt die Telefonnummer des Anru-

fenden an. Es gilt die mehr oder weniger verbindliche Regelung, daß der Empfänger den Anrufenden kurz nach dem ‘Anpiepsen’ zurückruft. Hierfür stehen in einem Klinikum sehr viele festinstallierte Telefone zur Verfügung.

Die Bedeutung der mobilen Kommunikation wird anhand des enormen Aufwandes für Kommunikationsanlagen ersichtlich. Am Universitätsklinikum Heidelberg sind z.B. über 1500 Piepser, bei Investitionskosten von ca. 900 DM pro Stück, mit mehr als 7000 Funkrufen pro Tag im Einsatz. Unter Berücksichtigung der neuen Technologien kann bei der Modernisierung der Kommunikationsanlagen die mobile Kommunikation möglicherweise mit der rechnerunterstützten Informationsverarbeitung bei nur geringen Mehrkosten sinnvoll verbunden werden.

Im folgenden Überblick werden die derzeit zur Verfügung stehenden Gerätetypen vorgestellt. Die vorgenommene Einteilung in mobile Telefone, Personal Digital Assistants (PDAs), Pen-Computer und Notebooks ist keine Klasseneinteilung, da die Übergänge zwischen den Gerätetypen längst verschwommen sind. Die Aufstellung hilft jedoch, wesentliche Merkmale der verschiedenen Gerätetypen zu beschreiben.

Bei allen Gerätetypen ist der technologische Fortschritt rasant, so daß die hier angegebenen Leistungsmerkmale nur als Orientierungswerte angesehen werden können. In Fachzeitschriften wie z.B. der c’t findet man nahezu vierteljährlich Berichte, Vergleiche und Übersichten über die technologischen Neuerungen bei den Personal Digital Assistants und Notebooks. Daß diese Geräte in Bezug auf Rechenleistung, Eingabekomfort und Ausgabeoptionen die Möglichkeiten der stationären Rechnersysteme erreichen, ist jedoch nicht zu erwarten.

2.3.1 Mobile Telefone

Bei den mobilen Telefonen unterscheidet man zwischen ‘Handies’ und schnurlosen Telefonen. Handies ermöglichen die mobile weltweite Sprach- und Datenkommunikation, basierend auf digitalen zellularen Mobilfunknetzen (z.B. E-plus, D1 oder D2 Netz) nach dem GSM-Standard². Schnurlose digitale Telefone nach dem DECT-Standard³ ermöglichen die mobile Kommunikation innerhalb eines abgeschlossenen Bereichs (z.B. eines Klinikums). Aufgrund der geringeren Sendeleistung von DECT-Telefonen eignen sich diese besonders zum Einsatz in Bereichen, in denen eine möglichst geringe Störung anderer Geräte wichtig ist, z.B. im Krankenhausbereich. Für DECT-Telefone wird in Verbindung mit einer Telefonanlage ein internes Funknetz aufgebaut, so daß alle internen Gespräche kostenlos sind. Bei GSM-Handies dagegen werden derzeit öffentliche, kommerzielle Netze verwendet, in denen die Anbieter jedes Gespräch einzeln abrechnen. Dies kann zu nicht unerheblichen Kosten führen. Beide Technologien ermöglichen das Übertragen von Daten - in GSM-Netzen mit etwa 9600 bit/s, die DECT-Technik sogar bis zu 552 kbit/s. Einzelheiten können z.B. in [Walke, Decker 1993] oder [Knuutila et al. 1997] nachgelesen werden. Forschungsarbeiten, die die Nutzung beider Technologien innerhalb eines Gerätes ermöglichen, so daß intern kostenlos telefoniert werden kann, während eine Erreichbarkeit von extern unter der gleichen Nummer gegeben ist, sind im Gange (vgl. z.B. [Knuutila et al. 1997]). Die Geräte beider Technologien sind ähnlich klein bzw. leicht, unterscheiden sich jedoch bei der Dauer der Sprechzeit. Tabelle zeigt eine Gegenüberstellung der wichtigsten Eckdaten beider Technologien im Frühjahr 1998. Diese sind aufgrund der rasanten Entwicklung im Bereich Mobilkommunikation bis zum Erscheinen dieser Arbeit wahrscheinlich schon überholt. In einschlägigen Zeitschriften wie z.B. der Zeitschrift “Mobil Telefon” werden in regelmäßigen Abständen jedoch Marktübersichten aller gängigen Geräte veröffentlicht.

² GSM steht für Global System for Mobile Communication

³ DECT steht für Digital Enhanced Cordless Telecommunications

	Schnurloses DECT-Telefon	GSM-Handy
Maße (Länge x Breite x Dicke)	ca. 160 x 50 x 30 mm	ca. 130-170 x 50 x 16-30 mm
Gewicht	150-250 g	100-200 g
Betriebsdauer im Standby-Modus	20-130 h	20 - 100
Dauersprechzeit	4-13 h	1,5 - 4 h, wenige Ausnahmen bis 10h

Tabelle 2-3: Eckdaten für mobile GSM- bzw. DECT- Telefone.

Viele erweiterte Kommunikationsfunktionen sind inzwischen in Mobiltelefone integriert. So erlaubt SMS (Short Message Service) das Versicken von Kurznachrichten (bis 160 Buchstaben) an bzw. zwischen GSM-Handies. Die CLIP-Funktion (Calling Line Identification Presentation) ermöglicht die Anzeige von Nummer und Name des Anrufers. Integrierte elektronische Telefonbücher erleichtern die Anwahl von Nummern. Anrufbeantworter ermöglichen das Hinterlassen von Sprachnachrichten, wenn der Besitzer eines mobilen Telefons nicht erreichbar ist. Viele GSM-Handies stellen darüberhinaus noch ein elektronisches Notizbuch oder einen Wecker zu Verfügung. Einige haben einen integrierten Taschenrechner oder können Sprachmemos aufzeichnen und verwalten. Manche zeigen das Eintreffen eines Gesprächswunsches bereits diskreter durch ein Vibrieren statt mit dem gewöhnlichen Klingelzeichen an. Nicht auf dem Markt erhältlich sind allerdings Geräte, bei denen man die persönliche Erreichbarkeit differenzierter je nach Situation einstellen kann. Diese Funktion bieten bisher nur Forschungsprototypen wie das in Kapitel 3 kurz beschriebene Erreichbarkeitsmanagementsystem an.

Im GSM-Handy Bereich gibt es bereits Geräte, die Funktionalität der im nächsten Abschnitt beschriebenen Personal Digital Assistents bieten. Beispielsweise ist das Gerät der Firma LG Electronics ein Handy, dessen Tasten durch einen hochauflösenden Touchscreen ersetzt sind. Es bietet neben den üblichen Organizer- Funktionen wie Termin- und Adressverwaltung auch ein integriertes Deutsch - Englischwörterbuch und einen Taschenrechner und kann über die serielle Schnittstelle mit einem PC zum Zwecke des Datenabgleichs verbunden werden. Auf dem Weg zum mobilen Rechnersystem ist die Firma Nokia, die ihr Modell 9000 mit Internet-Browser und einer Telnet-Emulation anbietet. Beide Geräte sind mit 310 bzw. 400g schwerer als die normalen Handies.

2.3.2 Personal Digital Assistant (PDA)

Personal Digital Assistents, manchmal Personal Information Manager (PIM) genannt, sind tragbare Kleinstcomputer, bei denen Funktionen zur persönlichen Organisation vorinstalliert sind, z.B. Termin- und Adressverwaltung, ein Notizblock, das Führen von 'ToDo-Listen'. PDAs sind programmierbar, so daß eine Fülle von Zusatzsoftware für sie entwickelt wird und erhältlich ist. Immer mehr PDAs stellen mittlerweile einen Internet-Browser und das Empfangen und Versenden von Elektronischer Post zur Verfügung. Ein Datenabgleich mit einem PC ist über eine serielle Schnittstelle, zum Teil durch ein in einen PC-Card-Slot einschiebbares Modem, möglich. Viele PDAs haben zusätzlich eine Infrarotschnittstelle. Der PC-Card-Slot kann mit Speichererweiterungskarten, Chipkartenlesegeräten oder Barcodescannern bestückt werden. Alle PDAs verfügen über einen Touchscreen, manche zusätzlich über eine Tastatur. PDAs ohne Tastatur bieten im Funktionsumfang in der Regel eine mehr oder weniger zufriedenstellende Handschriftenerkennung. Bis auf wenige teure Ausnahmen handelt es sich bei den TouchScreens um reflektierende, monochrome GraustufenDisplays, deren Hintergrund zwecks besserer Lesbarkeit beleuchtet werden kann. Die Bildschirmdiagonale mißt bei den Modellen mit Tastatur meist 6,5 Zoll mit einer maximalen Auflösung von 640x240 Pixeln. Bei den Geräten ohne Tastatur variiert Bildschirmgröße und -format. Der meist verkaufte Palm Pilot hat eine 8cm Diagonale mit einer Auflösung von 160x160 Pixeln. Ein Vorteil der monochromen Bildschirme ist, daß sie wesentlich weniger Energie verbrauchen als die farbigen. So reicht eine Ladung eines Batterieakkus bei einem mit Farbbildschirm ausgestatteten PDA momentan max. 4 h, bei denen mit Graustufenbildschirm teilweise bis zu 15 h. Die meisten Geräte haben einen eingebauten Lautsprecher, manche auch ein Mikrofon, was im klinischen Umfeld wegen Spracherkennung oder Diktierfunktionalität interessant sein kann. Die Größe der PDAs variiert und liegt bei PDAs mit Tastatur um die 18 x 9 x 3 cm, bei denen ohne Tastatur um die 8 x 12 x 2 cm. Das Gewicht beträgt zwi-

schen 180g bis über 500g. Abbildung 2-2 zeigt den tastaturlosen PalmPilot und den kleinsten mit Tastatur versehenen PDA der Firma LG Electronics.



Abbildung 2-2: Beispiele für PDAs

Der bei der Simulationsstudie (vgl. Kapitel 3.2) verwendete Apple Newton war Anfang der 90er Jahre Vorreiter auf dem PDA-Markt. In puncto Funktionalität bot der Newton alles oben beschriebene, war aber in Bezug auf Größe und Gewicht unhandlicher als die jetzt auf den Markt drängenden PDAs. Seine Produktion wurde von Apple Anfang 1998 wegen Absatzproblemen eingestellt. Wie der Newton operieren viele der PDAs auf proprietären Betriebssystemen. Diese sind in Bezug auf Benutzungsergonomie, Darstellungsqualität, Speicherbedarf und Systembootzeiten optimiert, haben jedoch den Nachteil, daß Software jeweils für wenige Gerätetypen neu entwickelt werden muß. Dieses Problem möchte Microsoft durch die Bereitstellung des 32-bit, multitasking, multithreading Betriebssystems Windows CE lösen. Windows CE hat den Anspruch, auch auf den kleinen PDAs eine Benutzungsoberfläche bereitzustellen, die der des Betriebssystems Windows 95 gleicht. Es soll die Einlernphasen der Benutzer verkürzen, hat jedoch nach [Rink 1998] und [Lewis 1998] den Nachteil, daß die Benutzungsoberfläche aufgrund der vielen filigranen Icons eher unübersichtlich wirkt, und daß die PDAs viel Speicher aufbringen müssen.

2.3.3 Pen-Computer

Pen-Computer sind Rechnersysteme, die über einen Touch-Screen mit Hilfe eines Stiftes bedient werden. Ein wesentliches Kennzeichen ist, daß sie unter Standardbetriebssystemen laufen, die lediglich für die stiftbasierte Eingabe erweitert wurden (z.B. Windows 3.1 for Pen-Computing). Dies erleichtert das Portieren von bestehenden Anwendungssoftwareprodukten, besonders wenn diese eine graphische Benutzungsschnittstelle bieten. Sofern die Geräte entsprechende Schnittstellen bzw. einen PC-Card Slot haben, ist deren Einbindung in bestehende LANs einfacher als mit PDAs. Bezogen auf die Größe und das Gewicht gibt es verschiedene Ausprägungen. Von Softwareanbietern im medizinischen Bereich wird momentan der Fujitsu Stylistic 1000 verwendet, um beispielsweise mobile Erweiterungen zu Stationsmanagement-Systemen bereitzustellen (z.B. das Point-of-care System der Firma prompt). Der Fujitsu Stylistic 1000 ist ebenso wie das in der Evaluationsstudie (vgl. Kapitel 3) verwendete Gerät der Firma Seiko Epson ungefähr DIN A4 groß und wiegt etwas über 1 Kilogramm. Da die Pen-Computer nicht für den Massenmarkt bestimmt sind, sind sie in der Anschaffung meist relativ teuer. Es ist schwieriger einen Marktüberblick zu erhalten.

Es gibt Bestrebungen Pen-Computer als Netzcomputer zu verwenden (vgl. [Wyse 1997]). Netzcomputer sind leistungsfähige Rechnersysteme ohne Festplatte. Mit ihnen kann in Intranets bzw. dem Internet nur online auf Servern gearbeitet werden. Vorteile solcher Geräte sind leichter Datenschutz und einfacheres Management des rechnerunterstützten Informationssystems, da Daten und Anwendungssysteme nur auf zentralen Servern installiert sind. Gegenüber alten Großrechner-Terminals haben sie den Vorteil, über graphische Benutzungsoberflächen zu verfügen.

Auch die Grenze zwischen Pen-Computern und Notebooks ist unscharf. Mittlerweile gibt es Notebooks mit Touch-Screen. Bei diesen Geräten wird primär die Mausnavigation durch Stifteingaben abgelöst. Der Apple Emate gehörte zu dieser Art Geräte bevor seine Produktion eingestellt wurde. Der symbol PPT 43000 ist ein weiteres Beispiel. Das Gerät muß allerdings zur Benutzung nicht aufgeklappt werden, sondern liegt immer flach wie ein Pen-Computer. Die Tastatur ist ein 'keypad', was bedeutet, daß die Tasten mit einer Art Schutzfolie abgedeckt sind. Eine solche Tastatur ist zur Verwendung im Krankenhaus aufgrund der notwendigen Hygienemaßnahmen von Vorteil.

2.3.4 Notebooks

Notebooks sind vollständige Rechnersysteme, bei denen alle Komponenten in ein aufklappbares Gehäuse eingebaut sind. Sie sind die größten mobilen Informationswerkzeuge (ca. 32x25x5.5 cm), in puncto Rechenleistung und Speicherkapazität die leistungsfähigsten. Verglichen mit festinstallierten Rechnersystemen sind sie in der Beschaffung und Wartung teurer und in Bezug auf Speicherkapazität und Rechenleistung unterlegen. Da neueste Technologie für die Installation in Notebooks immer erst miniaturisiert werden muß, sind nicht portable Systeme meist einen Entwicklungsschritt voraus. Gute Notebooks verfügen inzwischen über aktive TFT-Bildschirme, die bei einer zwischen 12 und 14 Zoll liegenden Bilddiagonale und Bildauflösungen von 1024x768 Pixeln gute Bildqualität bieten. Als Mauseinsatz haben sich Touchpads durchgesetzt. Durch ihr 3,5-4 Kg schweres Gewicht und die geringe Akkulaufzeit von max. 4 h bei sehr guten Notebooks ist die Mobilität der Notebooks recht eingeschränkt.

2.4 MEDINA - Ein mobiler Medizinischer Informationsassistent

Im Rahmen des Heidelberger Forschungsprojektes 'Kooperatives Problemlösen im Gesundheitswesen' wurde seit Ende 1994 ein mobiler Medizinischer Informationsassistent (MEDINA) konzipiert und prototypisch implementiert. Dieser orientiert sich primär an den Informationsbedürfnissen von Ärzten in einem Klinikum. In Form eines persönlichen tragbaren Kleinstcomputers soll er Ärzte bei der Kommunikation und Informationsverarbeitung an verschiedensten Wirkungsstätten unterstützen. Ziel ist dabei die rechnerbasierte Informationsverarbeitung besser in den ärztlichen Alltag zu integrieren. Bei der Informationsverarbeitung werden Aspekte der persönlichen Organisation, der medizinischen Dokumentation, der Präsentation von patientenbezogenen Informationen und der Bereitstellung von medizinischem Wissen beachtet.

Software-Architektur

Um oben beschriebene Funktionalität auf dem tragbaren Kleinstcomputer bereitzustellen, wurde eine verteilte Client-Server Architektur realisiert, in der indexierte Dokumente als einzige Informationsträger verwendet werden (vgl. Abbildung 2-3). Diese Architektur berücksichtigt die begrenzte Speicherkapazität und Rechenleistung der tragbaren Kleinstcomputer, sowie deren möglicherweise proprietäres Betriebssystem und eine teilweise Abkopplung vom Krankenhausinformationssystem. Diese kann zustande kommen, wenn sich das Gerät außerhalb eines Funkbereiches befindet, oder wenn es aus Energiespargründen zwischenzeitlich ausgeschaltet ist.

Auf dem tragbaren Kleinstcomputer - dem Client - sind nur einfache Editoren und ein Dokumentenhandler installiert. Mit Hilfe von Editoren können jeweils ein oder mehrere verschiedene Dokumententypen angezeigt bzw. bearbeitet werden. Der Dokumentenhandler ist für das Empfangen, Zwischenspeichern und Weiterleiten von Dokumenten und Dokumententypen zuständig.

Auf leistungsfähigen stationären Rechnersystemen befindet sich eine 'gateway-application', bestehend aus einem Dokumentenserver und verschiedenen Agenten. Durch die Agenten ist es möglich, ein stark modularisiertes, verteiltes Anwendungssystem zu realisieren. Agenten sind dabei sehr spezielle Module, meist ohne Benutzungsschnittstelle, die einen bestimmten Dokumententyp verarbeiten können. Sie interpretieren die von den mobilen Clienten gesendeten Dokumente und generieren, wenn nötig, Antwortdokumente. Zu ihren Aufgaben gehört es, durch Versions-Kontrolle und Synchronisationsmechanismen für korrekte Redundanz zu sorgen, die durch die Replikation entstanden ist. Agenten können eine automatische Informationsbereitstellung realisieren, indem sie relevante Informationsquellen regelmäßig durchsuchen. Hierfür müssen die Informationswünsche der einzelnen Benutzer in den Agenten parametrisiert sein. Die hier beschriebenen Agenten ähneln denen in [Brodie, Ceri 1992; Crawford 1994; Patil et al. 1994] vorgestellten.

Der Dokumentenserver spielt eine zentrale Rolle für die asynchrone Kommunikation zwischen den mobilen Clienten und den Agenten. Er verwahrt die Dokumente bis zur Abholung und enthält die Routing Informationen. Je nachdem wie die Routing-Informationen strukturiert sind, ist es möglich, persönliche Sichten auf Informationen zu generieren. Neben den Routing Informationen muß hier auch eine Benutzerverwaltung realisiert werden. Außerdem sollte es möglich sein über den Dokumentenserver aktualisierte Formularvorlagen bzw. Softwarepakete an die mobilen Klienten zu verteilen.

Ein großer Vorteil dieser Architektur ist ihre Flexibilität. Durch die Realisierung zusätzlicher Agenten bzw. Editoren und durch die Spezifikation weiterer Dokumententypen kann dieses Anwendungssoftwareprodukt einfach erweitert werden.

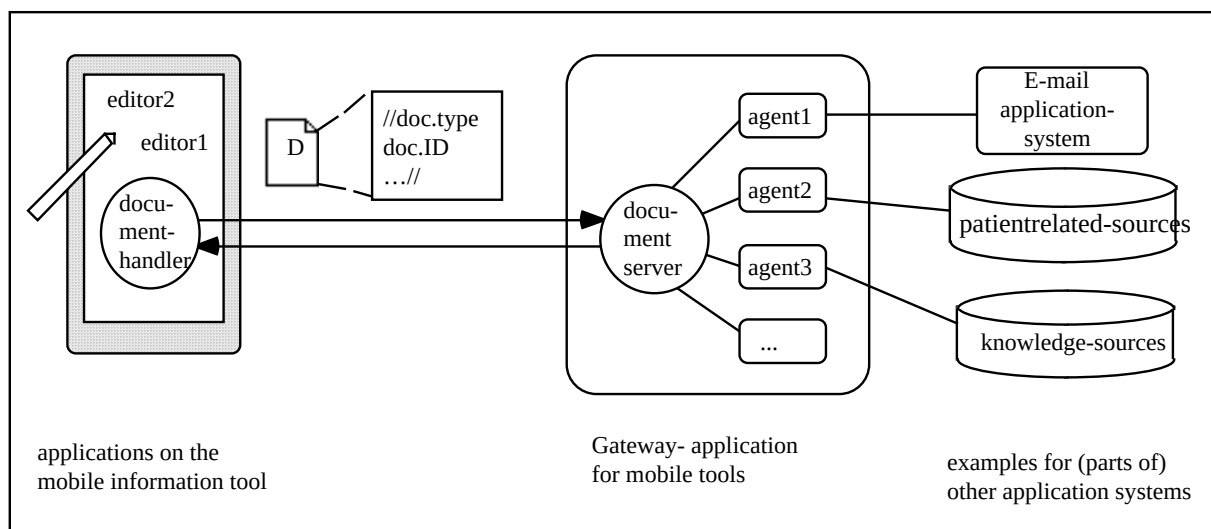


Abbildung 2-3: Architektur eines Anwendungssystems, mit dem mobile Informationswerkzeuge in ein heterogenes Krankenhausinformationssystem integriert werden können.(entnommen aus [Buchauer et al. 1998]).

Der erste Prototyp

Der erste Prototyp, ausführlich beschrieben in [Werner 1996], wurde auf Basis eines Apple Newton PDA und stationärer Macintosh Rechner entwickelt. Die Kommunikation zwischen dem Dokumentenserver und den Agenten wurden mit Apple-Events realisiert, so daß die Agenten auf dem gleichen Rechnersystem wie der Dokumentenserver oder aber auf anderen Macintosh Rechnern installiert sein können. Die Kommunikation zwischen dem Dokumentenserver und den mobilen Clienten basierte auf Apple Talk. Da keiner der Dokumenten- oder Nachrichtenstandards (wie z.B. SGML, ODA, HL7) für das Entwickeln eines ersten Prototyps geeignet erschien, wurde ein eigenes Dokumentenaustauschformat definiert. Dieses ließ sich leicht parsen und konnte flexibel erweitert werden. Als Software-Entwicklungsplattform wurde für die zentralen Komponenten C++ unter Verwendung der Powerplant Klas-

senbibliothek gewählt. Die zentrale Datenhaltung erfolgte mittels Anbindung an einen zentralen Oracle Datenbank Server. Die Module auf dem Apple Newton wurden in Newton Script geschrieben. Die Apple Newtons konnten durch die Verwendung eines lokalen Funknetz-Adapters der Firma Dayna drahtlos mit dem festinstallierten, am Klinikumnetz angeschlossenen Macintosh Rechner kommunizieren.

Neben den durch den Apple Newton zur Verfügung gestellten Funktionen zur persönlichen Organisation ermöglichte der erste Prototyp den Zugriff auf patientenbezogene Dokumente, die in dem am Universitätsklinikum Heidelberg eingesetzten Medizinischen Dokumentenverwaltungssystem (MDVS, siehe hierzu [Sawinski et al. 1993]) gespeichert sind. So konnten Arztbriefe, Laborbefunde und eine Verlaufsübersicht patientenbezogen auf dem Newton angezeigt werden. Abbildung 2.6 zeigt ein Beispiel für einen Laborbefund. Durch das Umleiten von herkömmlichen Piepserrufen in die Elektronische Post und das Verfügbarmachen der auch auf Klinischen Arbeitsplatzsystemen eingesetzten Elektronischen Post auf dem mobilen Klienten konnte demonstriert werden, wie eine Kommunikationsunterstützung erreicht werden kann. Der Prototyp konnte so parametrisiert werden, daß er automatisch Informationen beim Dokumentenserver anforderte und das Eintreffen einer dringenden Nachricht signalisierte (vgl. Abbildung 2-5). Für das Erfassen von Informationen war ein merkmalsdiktionsbasiertes Formularwerkzeug konzipiert und rudimentär implementiert, ähnlich wie in [Werner 1992] beschrieben. Damit konnten neue Dokumententypen erzeugt werden. Diese generierten elektronische Formulare, welche in einem Editor auf dem mobilen Klienten ausgefüllt und dann über den Dokumentenhandler versendet werden konnten. Außerdem waren Kommunikationsschnittstellen zu dem am Universitätsklinikum Heidelberg eingesetzten zentralen Kommunikation-Server (HeiKo) vorbereitet.

Verfahren	Einheit	Ref. Bereich: 3428
Natrium	mmol/l	135-145
Kalium	mmol/l	3.5-5.0
Calcium	mmol/l	2.20-2.60
Harnstoff	mg/dl	10-45
Creatinin	mg/dl	0.4-1.4
Glucose	mg/dl	70-110
Harnsaure	mg/dl	2.4-7.0
KL. BLUTBILD		
Leuko	10 ⁹ /l	4.8-10.0
Ery	10 ¹² /l	4.20-6.00
Hb	g/dl	12.0-18.0
Hk	Vol-%	37.0-52.0
MCV	fl	82-96
MCH	pg	27-32

Abbildung 2-4: Ansicht eines zum Druck aufbereiteten Befundes auf einem Apple Newton

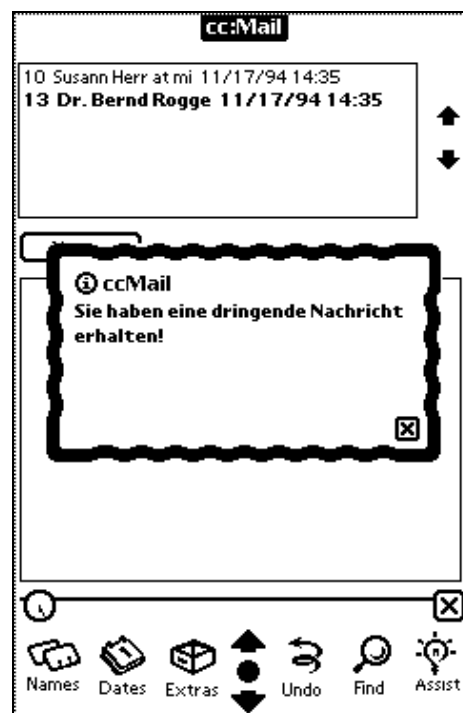


Abbildung 2-5: Ein Signal informiert den Benutzer des mobilen Informationsassistenten über das Eintreffen einer dringenden Nachricht.

Erfahrungen mit dem ersten Prototyp (Probleme mit der Integration und Konsequenzen)

Der erste Prototyp eignete sich hervorragend dazu, das Konzept zu demonstrieren. Es ließ sich veranschaulichen, daß Dokumente aus den vorhandenen Anwendungssystemen auf einem tragbaren Kleinstcomputer in akzeptabler Qualität präsentiert werden können. Auch das Verfügbarmachen der elektronischen Post und die Umleitung der Piepserrufe waren wichtig, um das Potential der tragbaren Kleinstcomputer zu demonstrieren. Da jedoch die gesamte Funktionalität des Prototyps nur in Ansätzen entwickelt war und zusätzlich im Klinikum die Entscheidung getroffen wurde, Macintosh-Rechner, sowie das Appletalk Protokoll aus Vereinheitlichungsgründen in Zukunft nicht mehr zu unterstützen, war es nicht möglich, diesen Prototypen praxisnah zu evaluieren. So entschieden wir uns, einen neuen Prototypen zu entwickeln. Hierfür konnte als Software-Entwicklungsumgebung das inzwischen in den USA kommerziell verfügbare Produkt FormLogic 2.0 verwendet werden. Dies hatte mehrere Vorteile: Formlogic ist eine Erweiterung zur Programmierumgebung MS Visual Basic⁴, für die Entwicklung von Anwendungssystemen, bei denen Informationen auf tragbaren Kleinstcomputern erfaßt und präsentiert wird [Wright Strategies 1997]. Es unterstützt die von uns favorisierte Architektur (s.o.). Es vereinfacht das Realisieren des Dokumentenservers durch die Bereitstellung entsprechender Klassenbibliotheken und vorgefertigter Kommunikationsmodule. Für das Erstellen des Dokumentenhandlers und der Editoren auf dem Newton stellt es eine Visual Basic vergleichbare Programmierumgebung zur Verfügung. Die notwendigen Agenten können in Visual Basic oder einer beliebigen anderen Programmiersprache programmiert werden. Die zentrale Datenhaltung erfolgt in MS Access. Da es unter Windows NT auf IBM kompatiblen PCs läuft, war dadurch der gewünschte Plattformwechsel möglich. Der in der Folge gestaltete zweite Prototyp wurde im Rahmen der in Kapitel 3 beschriebenen Simulationsstudie eingesetzt und ist in diesem Kapitel näher beschrieben.

2.5 Stand der Forschung - andere Projekte mit mobilen Werkzeugen

Während man im normalen Alltag vermehrt tragbare Computer antrifft (z.B. bei der Deutschen Bundesbahn zum Ausstellen von Fahrkarten im Zug, bei Paketdiensten zum Quittieren des Paketempfangs, in vereinzelt Restaurants zur Bestellannahme, als Inventurhilfen in vielen Supermärkten, Laptops bei Versicherungsvertretern), so werden sie im Gesundheitswesen bisher nur vereinzelt eingesetzt.

In der nationalen und internationalen Fachliteratur findet man einige Projekte mit mobilen Informationswerkzeugen im Gesundheitswesen. Die meisten beschäftigen sich mit dem Einsatz von tragbaren Kleinstcomputern primär zur mobilen Bereitstellung einzelner Funktionen, wie z.B. die Essensanforderung oder der Zugriff auf Befunde bzw. medizinisches Wissen. Im folgenden wird auf die jeweiligen Projekte kurz eingegangen. Studienergebnisse werden zusammenfassend dargestellt.

Mobile Kommunikation

Ein aktuelles bereits in der Routine umgesetztes Projekt aus dem Bereich Mobilkommunikation läuft am Johanniter-Krankenhaus in Duisburg. Hier wird zur Kommunikation eine Siemens HiCom-Anlage mit schnurlosen DECT-Telefonen eingesetzt. Diese soll zukünftig auch für Datenübermittlung verwendet werden [Harrell 1998].

⁴ MS Visual Basic 4.0 ist eine ereignis- und objektorientierte Programmiersprache, die das 'rapid prototyping' sehr gut unterstützt.

An der Stanford University, USA, wurde auf Basis eines Apple Newton Message Pads ein System zum Austausch von Kurznachrichten zwischen Mitarbeitern eines Klinikums realisiert und evaluiert (vgl. [Acuff et al. 1997]): Das System war an bekannte E-Mail-Systeme angelehnt, aber für pen-orientierte Eingaben optimiert. So stellte es z.B. Adreßlisten und Textbausteine zum Erstellen und Versenden von Nachrichten zur Verfügung. Statt der bekannten Empfangsbestätigung informierte das System den Sender, wenn eine von ihm gesendete Nachricht nicht in einer bestimmten Frist gelesen wurde. Die Evaluation, in der das System ca. 20 Tage von 3 Ärzte/Schwester Teams in der Ambulanz der Medizinischen Klinik zum Austauschen von ca. 66 Mails benutzt wurde, ergab folgendes: Die Benutzer erlernten das Versenden und Empfangen von Nachrichten problemlos, nutzten es aber weniger als erwartet, da sie auf Grund der Größe und der Schwere des Newtons, das Gerät nicht ständig bei sich trugen. Das Übermitteln der Nachrichten dauerte zu lange (im Mittel 47 Sekunden). Die Zeit, bis ein Teilnehmer die Nachricht las, betrug im Mittel 11 Minuten, was als wesentlich zu lang angesehen wurde. Alle Studienteilnehmer beurteilten das System jedoch nützlich und würden es mehr benutzen, wenn auf dem mobilen Gerät mehr Funktionen zur Verfügung ständen. Als solche Funktionen wünschten sich die Teilnehmer vor allem das Schreiben von Verordnungen, die Einsicht in Befunde. Weiter hinten rangierten der Austausch von E-Mails mit Kollegen außerhalb der Klinik, Terminvereinbarungen, Patienteninformationen, der Zugriff auf Nachschlagewerke. [Acuff et al. 1997] verweist des weiteren auf andere Projekte, in denen Piepser durch mobile Telefone bzw. eine Gegensprechanlage abgelöst wurden (vgl. [Minnick et al. 1994; Spurck et al. 1995]). In beiden Projekten sei die Arbeit der Pflegekräfte durch die neue Technologie seltener unterbrochen worden.

Zugriff auf patientenbezogene Informationen und Dokumentation

Der mobile Zugriff auf Patientendaten ist bisher selten über das Stadium von Pilotprojekten hinausgegangen. Inzwischen gibt es jedoch immer mehr industrielle Software-Anbieter, die zusätzlich zu ihren stationären Systemen mobile Clienten anbieten (z.B. MobiDik Essensanforderung der Fa. Richard Müller, Point of Care der Firma prompt, Nancy der Firma Hinz, ...).

Am Klinikum Rechts der Isar in München sind tragbare Touch-Screen Terminals, die über ein Infrarotnetzwerk in das Rechnernetz eingebunden sind, zur mobilen Erfassung der Essensanforderungen nach erfolgreicher Pilotphase in Betrieb genommen worden [Mikulsky 1996].

Am Buccheri La Ferla Krankenhaus in Palermo benutzen 17 Anästhesisten seit 9 Jahren portable PCs, um Daten der präoperativen Gespräche zu dokumentieren. Die Daten können dann automatisch in das Anästhesie System, das aus 8 Anästhesie-Workstations und 2 portablen PCs besteht, übernommen werden (vgl. [Lanza 1996]). In Madrid wird im Rahmen des A.I.M. - Telematics in Health CARE - ein Forschungsvorhaben der EU, seit 1994 ein pen-basiertes Dokumentationssystem für Anästhesisten entwickelt (vgl. [Sanz et al. 1993]).

Auf der operativen Intensivstation des Departements of Veterans Affairs Medical Center, Bronx (USA) begleitet seit 1995 ein mobiler Computer, der über ein proprietäres, sehr strahlungsarmes Funknetz an das Stationssystem angeschlossen ist, die tägliche Visite (vgl. [Halpern et al. 1995]).

[Hammer et al. 1995] berichtet über ein Projekt in der psychiatrischen Abteilung der Mount Sinai Medical School in New York. Dort wurde bereits seit 1988 an Methoden zur Dokumentation psychiatrischer Befunde und Variablen gearbeitet. 1995 wurde das elektronische Dokumentationssystem MICRO-CARES WINDOWS NOTEBOOK entwickelt und im Vergleich zu handschriftlichen Notizen und maschinenlesbaren Belegen evaluiert. Das System läuft auf Basis eines Pen-Computers unter Windows, der in Hardware und Größe dem aus der in Kapitel 3.1 beschriebenen Studie gleichwertig ist, jedoch eine abnehmbare Tastatur hatte, und durch Tastatur oder Stifteingaben bedient werden konnte. Das System brachte den Vorteil, daß Befunde direkt nach Gesprächsende ausgedruckt bei den Pflegeern und Sekretärinnen vorlagen, und daß die Befunde zusätzlich mit für den Fall relevanter Literatur kommentiert waren. Während 82 psychiatrischen Patientengesprächen wurden zur Dokumentation entweder ein Notizblock, Belege und Notizblock oder der Pen-Computer verwendet. Letzterer diente zusätzlich als Informationshilfe für Patien-

tendaten und Literatur. Es zeigte sich, daß mit dem Pen-Computer gegenüber den anderen Methoden 10 bis 20 Minuten Zeit gespart werden konnte, und daß die Dokumentation deutlich vollständiger war. Von den 82 behandelten Patienten erlaubte bei 54 ihr Krankheitszustand ein Interview. Es galt herauszufinden, inwiefern sie Dokumentationshilfen während des Gesprächs als Störung empfanden. Dabei ergab sich, daß sich von 15 Patienten, bei denen Notizen auf Papier gemacht wurden, 2 durch das Dokumentieren während des Gesprächs gestört fühlten. Bei 21 wurde anstelle des Pen-Computer ein normaler Laptop verwendet, dabei fühlten sich 7 sehr durch die Anwesenheit des Computers gestört. Bei den restlichen 18 wurde der Pen-Computer verwendet, es fühlten sich 3 durch das Gerät gestört, 7 fanden es positiv, daß sofort dokumentiert wurde, während für die verbleibenden 8 die Form der Dokumentation gleichgültig war.

[Strain et al. 1996] berichtet über ihr Projekt am Stanford Medical Center USA. Dabei wurde der Zugriff auf Laborbefunde durch den Einsatz eines pen-basierten Systems zum Auffinden und Präsentieren von Befunden verschiedener Befundtypen, wie z.B. kardiologische, neurologische, oder immunologische Befunde, optimiert. Die Suchgeschwindigkeiten für das Herunterladen von Befunden werden von dem System fortlaufend optimiert, indem Benutzerinteraktionen und Voreinstellungen protokolliert, gespeichert und stetig miteinander abgeglichen werden. Dadurch soll das System die Informationsbedürfnisse des jeweiligen Arztes "vorhersehen" können. Das System läuft auf einem IBM ThinkPad 730T und kann über TCP/IP mit den zentralen Laborsystemen verbunden werden. Das 'Abholen' von Befunden erfolgt paketweise für eine vom Benutzer spezifizierte Menge von Patienten anhand eines von Benutzern festlegbaren Zeitplans. Die Evaluation des Systems, welche 6 Wochen nach dessen Einführung stattfand, zeigte, daß das Suchen nach Befunden intuitiver und schneller als mit konventionellen Systemen ist. In der Regel konnte ein Befund mit 2 "Klicks" gefunden werden. Des weiteren gefiel den Ärzten, daß sie das mobile Gerät während einer Besprechung von einem zum anderen Teilnehmer weitergegeben werden konnte, so daß jeder die für ihn interessanten Befunde einsehen konnte und die Besprechung trotzdem nicht gestört wurde. Für das Herunterladen der Befunde mußten die Ärzte das Gerät an einen zentral gelegenen Netzzugang anschließen. Diese Tatsache störte sie nicht. Ein interessantes Ergebnis, das nicht direkt mit dem mobilen Gerät zusammenhängt, war, daß, obwohl die Möglichkeit einer graphischen Befunddarstellung bestand, die Ärzte primär die tabellarische Darstellung benutzten. In diesem Projekt sind weitere Evaluationen geplant. Zum einen soll herausgefunden werden, welche Vorteile eine Funkanbindung bringen könnte, zum anderen soll mittels einer formalen Evaluation untersucht werden, welche Auswirkungen das System bei der Vorbereitung der Visite hat, welche Befund-Such-Strategien von den Ärzten gewählt werden, und wie die Zufriedenheit der Anwender nach längerem Gebrauch ist.

Während in der bibliographischen Datenbank Medline sehr viele Artikel über klinische Studien, in denen die relevanten Parameter direkt mit Notebooks erfaßt werden, zu finden sind (vgl. z.B. [Clayer et al. 1992; Marschner et al. 1994; Emmerson et al. 1996]), berichtet lediglich [Grant et al. 1996] über den Einsatz eines Newton Messages Pads zur Dokumentation bei einer multizentrischen Studie. Er beschreibt eine kleine Studie mit nur 4 Testpersonen an 4 unterschiedlichen Kliniken in Quebec Kanada, aber mehr als 80 erfaßten Datenerhebungsbögen. Ziel war die Evaluation eines Dokumentationssystems für die Erfassung von Daten für eine multizentrische Studie im Zusammenhang mit der Lyse-Behandlung von Myocardinfarkten. Es wurde der ganze mehrseitige konventionelle Datenerhebungsbogen auf den Newton übertragen. Die erfaßten Daten der sonst per Fax übermittelten und abgetippten Formulare wurden nun per Modem direkt an den Computer der Studienzentrale gesendet. Die Evaluationsstudie zum Dokumentationssystem verlief in 2 Phasen. Nach jeder Phase füllten die Testpersonen einen Fragebogen aus und diskutierten ihre Erfahrungen mit dem Newton. Nach der 1. Phase wurden die Benutzungsschnittstelle und die Datenübertragung zum zentralen Rechner optimiert. Die Testpersonen arbeiteten gerne mit dem Newton, wobei sie mit allen Eingabehilfen außer der Handschriftenerkennung zufrieden waren. Das Ausfüllen der elektronischen Formulare dauerte in der 1. Phase jedoch mit 14 Minuten länger als die für den konventionellen Bogen benötigten 11 Minuten. Nach Optimierung der Benutzungsschnittstelle und Lerneffekt konnte die Ausfülldauer der elektronischen Formulare in der 2. Phase jedoch auf 9 Minuten gesenkt werden. 3 der 4 Teilnehmer erhoben die Daten direkt im Patientenkontakt, während der Aufnahme und der Visite. Der vierte Teilnehmer erhob die Daten danach.

[Lombardo et al. 1997] berichtet über die Inbetriebnahme von Laptops im John Hopkins Medical Center, USA. Die Laptops werden auf extra dafür konstruierten Stationswägen gefahren und stellen über Funk-LAN- Technologie online-Zugriff auf alle an den Klinischen Arbeitsplatzsystemen verfügbaren Funktionen bereit. Nach einer erfolgreichen Pilotphase in der 'Infectious Disease Nursing Unit' mit 3 Geräten wurden weitere Geräte auf mehreren anderen Stationen auch zur Benutzung durch Ärzte in Betrieb genommen. Obwohl kleine Pen-Computer oder PDAs in Bezug auf Größe und Gewicht die Geräte der Wahl gewesen wären, wurden Laptops installiert, weil diese als einzige die geforderte Betriebssystem-Kompatibilität erfüllten und über eine Tastatur zur Eingabe verfügten. Um die Stromversorgung für eine ganze Arbeitsschicht zu gewährleisten, wurden auf den Stationswägen wiederaufladbare Akkus befestigt. [Lombardo et al. 1997] erläutert, daß nicht mehr als 5 Ethernet Access Points notwendig sind, um in allen 8 Stockwerken des Gebäudes gute Empfangsqualitäten mit dem Funk LAN zu realisieren. Intensive Messungen bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit ergaben keine Störungen mit anderen medizintechnischen Geräten. Mobile Geräte haben gegenüber festinstallierten Rechnern in jedem Patientenzimmer laut [Lombardo et al. 1997] nicht nur den Vorteil, daß sich klinisches Personal lediglich einmal einloggen muß, und frei entscheiden kann, ob es direkt am Patientenbett oder lieber auf dem Gang die Daten erfaßt bzw. einsieht, sondern kosten auch wesentlich weniger. Für 312 Betten, in 6 Stockwerken auf 84,000 Square Foot (ca. 7800m²) bräuchte das John Hopkins Medical Center 156 stationäre PCs in den Patientenzimmern oder 36 mobile Installationen.

Im Universitätskrankenhaus Groningen, Niederlande, soll ein Pen-Computer für die Dokumentation der Medikation am Krankenbett und für den online Zugriff auf Medikamentenlisten benutzt werden. Dieser Pen-Computer ist synchron über Funk in das LAN eingebunden und soll sukzessive mit weiterer Funktionalität ausgestattet werden [van der Velde et al. 1997].

Zugriff auf Medizinisches Wissen

[Fishman et al. 1996] berichtet über seine Studie am Massachusetts General Hospital, an der 18 AssistenzärztInnen in der Psychiatrie teilnahmen. Diese wurden mit Franklin Electronic Book Systemen, die in Größe und Gewicht einem kleinen PDA entsprechen, ausgestattet. Darauf waren 4 elektronische Bücher installiert: Physicians Desk Reference annotated version (enthält auch Arzneimittelinformationen), Handbook of Drug Adverse Interactions, Harrison's Companion Guide to Internal Medicine, und Manual of Medical Therapeutics. Die Testpersonen sollten die digitalen Bücher so oft wie möglich nutzen und durften sie nach Studienende behalten. Letzteres sollte die Motivation zur Nutzung erhöhen. Nach 7 Monaten wurden die Testpersonen interviewt. Es ergab sich u.a., daß die ersten beiden der genannten Bücher am meisten, im Schnitt 1 mal pro Woche, benutzt wurden. Die Nützlichkeit aller digitalen Bücher wurde als moderat bewertet.

[Labkoff et al. 1995] berichtet über die Erfahrungen und eine Evaluation im Constellation Projekt [Labkoff et al. 1994]. Im Rahmen des Constellation Projektes wurde u.a. Software entwickelt, die es ermöglicht digitale Bücher für das Apple Newton Message Pad zu erstellen. Diese digitalen Bücher verfügen dann über eine intuitive Benutzeroberfläche und umfangreiche Möglichkeiten zur Suche von Stichworten. Für eine 100 Tage dauernde Studie ab Juli 1994 wurde in zwei der Harvard Medical School assoziierten Kliniken (Brigham and Womens Hospital in Boston, MA und Massachusetts General Hospital) folgende Software bereitgestellt:

- Auszüge aus dem ACP Journal Club (eine Abstract Sammlung von wichtigen Artikeln aus dem Bereich der Inneren Medizin),
- wesentliche Kapitel aus dem Medical Knowledge Self Assessment Program IX (eine Zusammenfassung der Inneren Medizin),
- Medikamentenlisten, die ca. 1400 Arzneimittel, die in der Ambulanz verordnet werden und die 20 häufigsten der Intensivmedizin, deren Dosierung, Nebenwirkungen und Wechselwirkungen enthielten,
- ein 90 Seiten langes 'House Staff Manual', das Informationen zu in den Kliniken üblichen Therapien enthält,
- ein Telefonverzeichnis aller Mitarbeiter der Kliniken, das auch die Piepsernummern enthielt,

- ein Taschenrechner für spezielle medizinische Berechnungen,
- alle auf dem Newton vorhandene Funktionen wie z.B. der Kalender, der Notizblock, die Adressenliste.

An der Studie nahmen je 14 halb zufällig ausgewählte Assistenzärzte der beiden Kliniken teil. Halb Zufällig bedeutet, daß diese aus einer Grundgesamtheit von 56 Assistenzärzten, die bei einer Vorabbefragung ihre Fragebögen zurückgesendet hatten, ausgewählt wurden. Die Ergebnisse stammen aus einer in den Newtons eingebauten Protokollfunktion und der Auswertung von nach Studienende verteilten Fragebögen.

Es zeigte sich, daß die Geräte ab dem 10. Tag ca. 1,25 mal pro Tag und Person genutzt wurden. Vorher waren es ganz unterschiedlich viele, zum Teil wesentlich mehr Nutzungen, was wahrscheinlich auf die Neuheit des Gerätes zurückzuführen ist. Am meisten wurde die Zusammenfassung der Inneren Medizin (686 mal) und die Medikamentenlisten (671 mal) benutzt. Danach rangierten die Adressenliste und der Kalender des Newton (358 bzw. 320 mal). Alle anderen Funktionen wurden ähnlich oft benutzt (ca. 157-185 mal). Die Anwendungen waren intuitiv und einfach zu bedienen, was anhand der wenig frequentierten Hotline zu erkennen war. Die Auswertung der Fragebögen ergab, daß sich die Testpersonen mehr Funktionen vor allem vollständige Medikamentenlisten und Informationen zu Therapien wünschen. Der Newton wurde als zu groß und zu schwer empfunden. Eine Integration in das Krankenhausinformationssystem für den Zugriff auf patientenbezogene Daten würde das Gerät wesentlich wertvoller machen. Unter der Voraussetzung, daß die als miserabel beurteilte Handschriftenerkennung wesentlich verbessert würde, könnten sich die Testpersonen den Einsatz für patientenbezogene Dokumentation vorstellen. Das Nachschlagen von Informationen wurde von den Teilnehmern als effizienter im Vergleich zu herkömmlichen Methoden bewertet. Eine Behinderung der Interaktion mit den Patienten durch den Einsatz des PDAs wurde von ihnen verneint. Sie waren sich unsicher, ob der PDA Einfluß auf ihr Verhalten gegenüber den Patienten nahm und ob er bei der Diagnostik nützlich war. Die Frage nach zusätzlich gewünschter Funktionalität des PDA ergab sehr unterschiedliche Antworten. Die Notwendigkeit der auf dem Studien-PDA zur Verfügung gestellten Anwendungssysteme wurde jedoch unterstrichen. Die Unvollständigkeit war auf Grund der damals noch sehr geringen Speicherkapazität des Newtons und den extrem teuren aber nur mit 4 MB ausgestatteten Speicherkarten unumgänglich, führte aber nach [Labkoff et al. 1995] eventuell zu Verzerrungen der Studienergebnisse, da einige Testpersonen das Gerät, nachdem sie bei einer Informationssuche erfolglos blieben, seltener genutzt hätten.

Im Krankenwagen

Für mobile Informationsverarbeitung im Krankenwagen wurden an der Universität Hildesheim Projekte [Pretschner 1996] durchgeführt. Bei dem Regensburger Rettungsdienst können durch den Einsatz von mobilen Pen-Computern (AT&T Pen PCs und der Datenfernübertragung Modacom (ein mobiler Datenkommunikationsdienst der Telekom) mehrere Minuten bei dem Transfer von Unfallverletzten in die Klinik eingespart werden [Wanner 1995]. [Ellinger et al. 1997] berichtet über eine Studie am Institut für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Fakultät für klinische Medizin in Mannheim, wo bei 52 Notarzteinsätzen ein Dokumentationssystem auf einem Pen-Computer zusätzlich zu den sonst üblichen handschriftlichen Notizen verwendet wurde. Es zeigte sich, daß sowohl Hard- und Software problemlos funktionierten und die Qualität der Dokumentation mit dem Pen-Computer deutlich besser war als die mit Papier.

Direkt für Patienten

[Hunt et al. 1997] berichtet über die Verwendung eines sehr leichten Laptops mit einem Bildschirm und nur 3 Knöpfen zum Eingeben von ja, nein und weiß nicht. An Diabetes Mellitus erkrankte Patienten benutzen dieses Gerät, um selbständig einen Fragebogen auszufüllen, der dann direkt in ein entscheidungsunterstützendes System übertragen wird. Die Informationen werden benutzt, um patientenspezifische Ratschläge für das Leben mit ihrer Zuckerkrankheit zu generieren. Eine Studie mit 47 Patienten zeigte, daß in über 80% der Fragen die Antworten per Computer mit denen eines persönlichen Gesprächs übereinstimmten.

Am Olgahospital in Stuttgart werden die Patienten der pädiatrischen Onkologie mit postkartengroßen Notebooks ausgestattet. Auf diesen Notebooks sind Informationen zu der Krankheit des Kindes, zum aktuellen Stadium, zur aktuellen Behandlung und Handlungsanweisungen für Notfälle gespeichert. Das Notebook ist für die Patienten, deren Eltern und Kinderärzte gedacht (vgl. [Maass 1994]).

Anhand der oben beschriebenen Projekte wird deutlich, daß an vielen Institutionen, vor allem in den USA, viele einzelne Applikationen für mobile Kleinstcomputer entwickelt und evaluiert wurden. Alle Studien konnten eine positive Benutzerresonanz verzeichnen. Um so verwunderlicher ist es, daß man in der Literatur noch immer so wenig über in Routine eingesetzte mobile Informationswerkzeuge findet.

3 Evaluationen

Um Erfahrungen mit den mobilen Informations- und Kommunikationswerkzeugen zu sammeln, wurden zwei prolektive Studien durchgeführt. Beide Studien werden im folgenden kurz vorgestellt. Detailliertere Informationen können den Studienprotokollen (vgl. [Buchauer, Pohl 1997; Pordes, Schneider 1997; Schneider, Pordes 1997; Pordes 1998]) und Veröffentlichungen [Pohl et al. 1997; Ammenwerth et al. 1998; Buchauer et al. 1998; Roßnagel, Herzog 1998] entnommen werden. Die Ergebnisse der Studien bilden eine wichtige Grundlage für die Ausführungen in Kapitel 4.

3.1 Evaluation der Einsetzbarkeit eines PC-basierten mobilen Pen-Computers

Das in Kapitel 2.3 dargestellte Konzept eines multifunktionalen Medizinischen Informationsassistenten soll angewandt evaluiert werden. Nur so ist feststellbar, ob die Überlegungen praxistauglich sind. Da die Integrationsaufwände des in Kapitel 2.3 beschriebenen Prototyps für einen routinemäßigen Einsatz im Universitätsklinikum zu hoch waren, entschieden wir, das Konzept auf einer besser unterstützten Plattform - einem PC-basierten Pen-Computer - zu überprüfen. In Bezug auf die Größe und das Gewicht mußten dadurch Abstriche gemacht werden. Demgegenüber stehen die Vorteile, daß bereits eingesetzte Anwendungssysteme einfach darauf installiert werden können. Somit könnte viel Entwicklungs- und Integrationsaufwand eingespart werden. Zusätzlich erhoffte man sich trotz genannter Mängel eine gute Akzeptanz, da sich die Benutzer nicht an gänzlich neue Benutzungsoberflächen gewöhnen müssen.

Die Studie wurde gemeinsam mit Frau Ulrike Pohl, die als EDV-Beauftragte in der Universitäts-Hautklinik Heidelberg arbeitet, durchgeführt. Außerdem unterstützten mich ein Kollege aus dem Bereich Klinische Informationsverarbeitung und zwei wissenschaftliche Hilfskräfte. Der Studienzeitraum betrug vier Wochen im Februar/März 1997 (13.2.97 - 20.3.97). Der evaluierte Pen-Computer wurde uns freundlicherweise von der Fa. Richard Müller GmbH zur Verfügung gestellt.

Im folgenden werden Ziele und Fragestellungen der Studie, das Studiendesign und die Ergebnisse zusammengefaßt dargestellt.

3.1.1 Ziele und Fragestellungen

Die Ziele der Studie zur Evaluation des Einsatzes eines PC-basierten Pen-Computers können wie folgt präzisiert werden:

- Ziel 1 der Studie war es, zu prüfen, ob im Klinikum Heidelberg eingesetzte Anwendungssysteme auf dem mobilen Pen-Computer installier- und benutzbar sind,
- Ziel 2 der Studie war, zu untersuchen, in welchem Umfang und in welcher Form aus Sicht der Anwender ein mobiler, pen-orientierter Zugriff auf eine "elektronische Krankenakte" und medizinisches Wissen, sowie auf die elektronische Post für sinnvoll gehalten wird,
- Ziel 3 der Studie war, zu prüfen, wie ein mobiles Anwendungssystem zur stiftbasierten Dokumentation in den Klinikalltag integriert werden kann.

3.1.2 Studiendesign

Die Evaluation wurde in drei Phasen unterteilt.

In der ersten Phase, die umfaßte etwa eine Woche, handelt es sich um eine Laborstudie. In der Abteilung für Medizinische Informatik wurde auf dem mobilen Pen-Computer das Medizinische Arbeitsplatzsystem MEDIAS [Winter et al. 1996] mit den meisten zur Zeit auf Station verfügbaren Anwendungssystemen installiert, geringfügig angepaßt und auf Bedienbarkeit getestet. Zu den Anwendungssystemen zählen das Medizinische Dokumentenverwaltungssystem (MDVS), welches eine patientenorientierte Einsicht in den Behandlungsverlauf und Laborbefunde, sowie Arztbriefe und Operationsberichte ermöglicht. Darüber hinaus unterstützt MDVS die patientenbezogene Dokumentation von Diagnosen, Leistungen, Operationsverläufen und generiert aus den erfaßten Daten Arztbriefe beziehungsweise Operationsberichte, die anschließend noch durch den Benutzer angepaßt werden können (vgl. [Sawinski et al. 1993; Glück et al. 1996]). Weiterhin wurden im Klinikum eingesetzte Anwendungssysteme für den Zugriff auf Literatur- und Wissensbanken, die Kommunikation über elektronische Post und die elektronische Speiseanforderung installiert. Über eine Funkanbindung konnte der Pen-Computer in vollem Umfang in das Klinikumsnetz integriert werden.

Die zweite Phase wurde in einzelnen Kliniken, hauptsächlich in der Hautklinik, durchgeführt. Der mobile Pen-Computer wurde auf den Stationen kurzfristig zur Präsentation in den Routinebetrieb eingebunden. Die Studienteilnehmer hatten die Möglichkeit mit dem Gerät zu 'spielen'. Wenn möglich wurde zum Beispiel für einen Vormittag die aktuelle Speiseanforderung der Station nicht mit dem stationären Rechner, sondern mit dem Pen-Computer durchgeführt. Das medizinische Personal konnte die aktuellen Befunde nachschlagen, bzw. den Zugriff auf Literatur- und Wissensbanken einsetzen. Im Anschluß wurde mit den Anwendern ein Interview mit einem teilstandardisierten Erhebungsbogen durchgeführt. Hierbei wurden Fragen zur Bewertung der Hardware und der Bedienbarkeit gestellt. Möglichkeiten zum Einsatz dieses mobilen Werkzeuges insbesondere zur Führung einer elektronischen Patientenakte wurden diskutiert. Die Interviews wurden in einem Zeitraum von 2 Wochen durchgeführt. Es wurden 12 Ärzte, 9 Personen aus dem pflegerischen Bereich und 4 EDV-Beauftragte befragt.

Diagnosen - AIDS Ambulanz Hautklinik

Fertig Abbrechen letzte Diagnose (idem) Hilfe

PatientIn: HEIDRUN TESTFRAU, geb. 26.02.63 Datum: 10-02-97

H	N	S	Diagnose:	Z.n.	V.a.
☐	☐	☐	616.120 Bakterielle Vaginose	☐	☐
☐	☐	☐	112.210 Anogenitale Candidose	☐	☐
☐	☐	☐	597.820 Chlamydieninfektion	☐	☐
☐	☐	☐	078.180 Condylomata acuminata	☐	☐
☐	☐	☐	623.500 Fluor vaginalis	☐	☐
☒	☒	☒	616.500 Ulcus vulvae acutum	☐	☐
☐	☐	☐	098.000 Gonorrhoe	☐	☐
☐	☐	☐	054.100 Herpes genitales	☐	☐
☒	☒	☒	044.9 HIV	☐	☐
☐	☐	☐	099.100 Lymphogranuloma venereum	☐	☐
☐	☐	☐	597.830 Mykoplasmeninfektion	☐	☐
☐	☐	☐	132.200 Pediculosis pubis	☐	☐
☐	☐	☐	698.900 Pruritus	☐	☐
☐	☐	☐	097.900 Syphilis	☐	☐
☐	☐	☐	131.000 Trichomoniasis	☐	☐
☐	☐	☐	099.010 Ulcus molle	☐	☐
☒	☒	☒	597.800 Urethritis	☐	☐
☐	☐	☐	V71 Beob. u. Ausw. v. Verdachtsf.	☐	☐
☐	☐	☐	V72 Spez. Nachf. und Untersuch.	☐	☐

Maßnahme:

ambulanter Besuch

erhöhter Aufwand:

☐ diagnostisch

☒ therapeutisch

☐ Diagnostik nicht abgeschlossen

sonstige Diagnose

Abbildung 3-1: Benutzungsoberfläche zur pen-basierten Diagnosendokumentation.

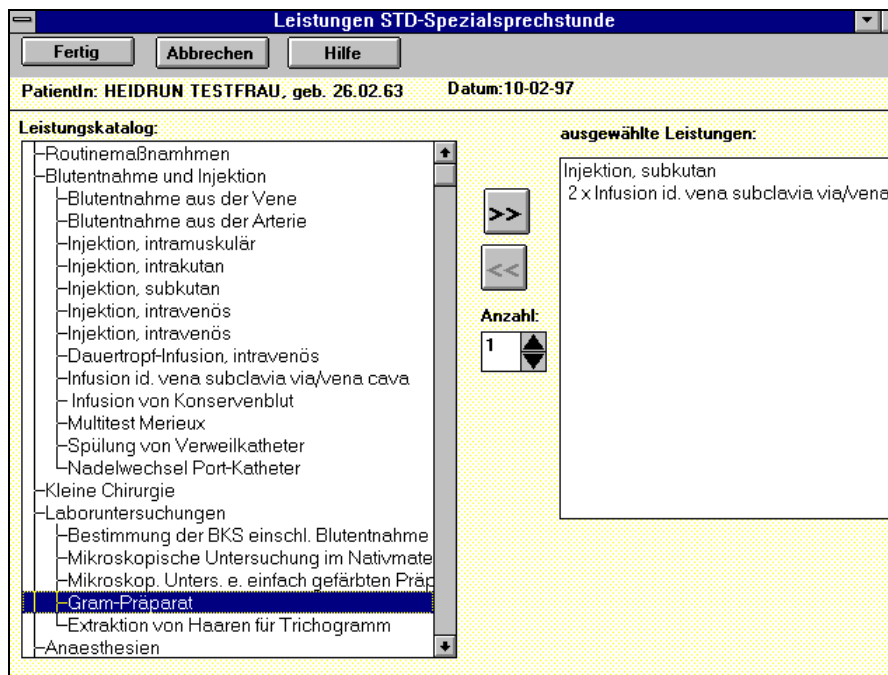


Abbildung 3-2: Benutzungsoberfläche zu pen-basierten Leistungsdokumentation.

In der dritten Phase kam der mobile Pen-Computer in einer Spezialambulanz der Hautklinik über einen Zeitraum von einer Woche für die Diagnosen- und Leistungsdokumentation zum Einsatz. Es wurde dabei die bisher noch auf Belegen basierende Dokumentation durch einen extra für den Pen-Computer entwickelten Prototypen abgelöst (vgl. Abbildung 3-1 und Abbildung 3-2). Dieses Anwendungssystem wurde über das Heidelberger Kommunikationssystem HeiKo an das Klinikumsinformationssystem angebunden. Die Diagnosen und Leistungen wurden damit automatisch an das Patientenmanagementsystem des Klinikums und an das Abteilungssystem der Hautklinik zur medizinischen Dokumentation (MDVS) übermittelt.

3.1.3 Ergebnisse

Bezüglich Ziel 1 läßt sich sagen, daß alle oben erwähnten Anwendungssysteme installier- und bedienbar waren. Obwohl die Performance und Bedienbarkeit der Benutzungsoberflächen für die Zwecke der Studie ausreichend waren, hätte man das System nicht ohne Adaptierungsaufwand in der klinischen Routine einsetzen können.

Bezüglich Ziel 2 ist anzumerken, daß die interaktiven Demonstrationen und anschließenden Befragungen der Studienteilnehmer zeigten, daß großes Interesse am mobilen, pen-orientierten Zugriff auf eine 'elektronische Krankenakte, medizinisches Wissen und die Elektronische Post besteht. Die für sinnvoll erachteten Einsatzbereiche und der Umfang unterscheiden sich jedoch bei ärztlichem und pflegerischem Personal. Die Ergebnisse werden weiter unten detaillierter dargestellt.

Zu Ziel 3 muß gesagt werden, daß das Einsatzszenario unglücklich gewählt wurde, da die Ergebnisse in Phase 2 ergaben, daß die Ärzte in den Ambulanzen anstelle eines Pen-Computers eher festinstallierte Klinische Arbeitsplatzsysteme in jedem Behandlungsraum wünschten. Zusätzlich mußten wir feststellen, daß der zur Verfügung gestellte Prototyp, sowie das Vorhandensein nur eines Gerätes, den derzeitigen Ablauf bei der Leistungsdokumentation nicht ausreichend unterstützten, also nur unbefriedigend in den Arbeitsalltag integriert werden konnte. Dies liegt daran, daß die Leistungsbelege vom Pflegepersonal und den Ärzten gemeinsam, nacheinander ausgefüllt werden. Aufgrund dieser Tatsache und den zusätzlich aufgetretenen Performanceproblemen verkürzten wir den Routineeinsatz in Teil 3 der Studie.

Die folgenden detaillierter dargestellten Ergebnisse fassen Erfahrungen der Laborstudie, der Interviews und der Beobachtungen aus dem Routineeinsatz zusammen. Aufgrund des explorativen Charakters der Studie und der relativ kleinen Grundgesamtheit (25 Personen) werden die Ergebnisse lediglich qualitativ präsentiert.

Beurteilung der Hardware

Bei dem mobilen Pen-Computer handelt es sich um einen 486 DX, 50 MHz mit 8 MB Hauptspeicher der Firma Seiko Epson mit dem Betriebssystem DOS 6.2/Windows for Pen-Computing 3.1. Die Größe beträgt 22.6 x 21.1 x 3.25 cm. Er wiegt etwas mehr als 1 kg. Durch einen eingebauten Akku ist ein Betrieb des Rechners ohne Netzverbindung von etwa 2.5 Stunden möglich. Mit Netzverbindung und starker Benutzung reduziert sich die Dauer auf etwa 90 Minuten. Die Hardware wurde insgesamt eher negativ beurteilt. Das Gerät ist für einen mobilen Einsatz zu schwer (vgl. Abbildung 3-3). Die Größe des Gerätes wurde zwar überwiegend als geeignet beurteilt (n=13), jedoch fanden 9 Befragte das Gerät zu groß, vor allem Ärzte und EDV-Beauftragte (vgl. Abbildung 3.3). Bei den meisten Anwendungssystemen war die Performance für einen Routineeinsatz nicht ausreichend (n=16). Die Bildschirmqualität wurde weitgehend als gut bewertet (n=16), mit der Einschränkung, daß der Bildschirm von der Seite nicht einsehbar ist und entspiegelt sein sollte. Ein wesentlicher Vorteil gegenüber einem Laptop, der zusätzlich noch eine richtige Tastatur besitzt, läßt sich nicht erkennen. Die meisten Studienteilnehmer würden ein leichteres, kleineres Gerät oder aber einen Laptop mit Touch-Screen bevorzugen.



Abbildung 3-3: Beurteilung der Hardware während der 'Pen-Computer Studie'.

Synchrone Anbindung über Funk

Die Funkverbindung wurde über einen ARLAN 630-2400 stationären Ethernet Access Punkt und einen ARLAN 690-2400 pc-card Funk-LAN Adapter realisiert. Diese Funktechnologie beachtete durch die Verwendung der Direct Sequence Spread Spectrum Technik Datensicherheitskriterien, wie z.B. Abhörsicherheit. Sie verwendet das 2,4 GHz Frequenzband mit einer Datenrate von 1 Mbps pro Kanal mit einer omni-direktionalen Reichweite bis zu 150 m im Gebäude. Die synchrone Anbindung an das Klinikumsinformationssystem wurde sehr positiv bewertet und wird nach einheitlicher Meinung von uns und den vier befragten EDV-Beauftragten als unabdingbar angesehen. Neben einer höheren Aktualität der Informationen, einer Vermeidung von Dateninkonsistenzen und einer Vereinfachung der Organisation liegt ein weiterer Vorteil im Bereich des Datenschutzes. Sensible, patientenbezogene Daten müssen nicht lokal auf dem mobilen Werkzeug gehalten werden. Zusätzlich kann der Arbeitsplatz flexibel gewählt werden. Die derzeit eingerichteten medizinischen Arbeitsplätze stehen an zentralen Stellen zur Verfügung, z.B. im Dienstzimmer. Hier ist oft nicht die Ruhe für ein konzentriertes Arbeiten gegeben. Mit dem über Funk integrierten Computer könnte man z.B. in einen freien Behandlungsraum ausweichen.

Beurteilung der pen-orientierten Bedienung

Ein Ersatz der Mausnavigation durch einen pen-gesteuerten Touchscreen ist sehr gut möglich. Es sollte jedoch der Doppelklick durch einen Einmalklick ersetzt werden. 19 der 24 Befragten meinten, daß klinisches Personal mit der Stiftbedienung zurechtkommen würde. Zum Teil müßten die Schaltflächen der Anwendungssysteme für ihren Ein-

satz auf dem Pen-Computer jedoch vergrößert werden. Texteingaben, die über die Eingabe eines Buchstabens oder Wortes hinausgehen, sind über die virtuelle Tastatur im Routineeinsatz nicht denkbar. In Bezug auf die Treffsicherheit der einzelnen Tasten der von Windows für Pen-Computer zur Verfügung gestellten virtuellen Tastatur erwies sich diese als zu klein. Dennoch störte sie die Sicht auf die Eingabemasken vieler Anwendungssysteme. Da sie sich nicht automatisch mit dem Mauscursor mitbewegte, mußte sie oft vor der Eingabe eines Wortes weggeschoben werden.

Für längere Texteingaben sollte der mobile Computer entweder eine richtige Tastatur bieten oder über andere Eingabemöglichkeiten verfügen. Eine Möglichkeit wäre, die Anwendungssysteme durch zusätzliche Schaltflächen und hiermit verknüpfte Textbausteine zu erweitern. Auch ausgereifte Sprach- und Handschrifterkennung wären denkbar. Dabei gilt es zu berücksichtigen, daß Sprach- die Handschrifterkennung nicht ersetzen kann. Es gibt viele Situationen, z.B. im Patient-Arzt-Gespräch, in denen ein Diktat nicht möglich ist. Die Erkennungsgenauigkeit beider Verfahren muß für einen Routineeinsatz noch verbessert werden.

Einsatzmöglichkeiten im ärztlichen Bereich

Die Mehrheit der befragten Ärzte konnte sich nicht vorstellen, das präsentierte Gerät wirklich mobil einzusetzen. Dabei unterscheiden sich die Bedürfnisse zwischen Station und Ambulanz: bei den Ambulanzen wurde, wenn überhaupt, ein Gerät pro Behandlungszimmer erwogen. Stattdessen könnte dort ein stationärer PC mit geeignetem Monitor pro Behandlungszimmer verwendet werden. Wäre das Gerät kleiner und leichter, würde also eher einem persönlichen Digitalen Assistenten (PDA), wie z. B. dem Apple Newton entsprechen, so würden sie im stationären Bereich einen sinnvollen Einsatz dann sehen, wenn jeder Arzt ein persönliches Gerät zur Verfügung hätte. Auf den Vorschlag, den Piepser durch einen entsprechend ausgestatteten PDA abzulösen, wurde aus Gründen der Zuverlässigkeit eher skeptisch reagiert. Die Frage nach mobil benötigten Dokumenten einer elektronischen Krankenakte ergab, daß neben einer Verlaufsdarstellung des Falls vor allem die Befunde und Diagnosen zum aktuellen Fall sowie die Arztbriefe aus vergangenen Fällen benötigt werden. In operativen Fächern seien zusätzlich die OP-Berichte wichtig. Medizinisches Wissen bräuchten sie am ehesten in Bezug auf Arzneimittelinformationen. Mehrfach wurde der mobile Zugriff auf das Telefonverzeichnis gewünscht. Seltener würden sie mobil auf die MedLine, den Pschyrembel oder das WWW zugreifen. Letztere Medien würden eher in Ruhe am stationären PC mit einem großen Bildschirm genutzt. Die meisten der befragten Ärzte (9 von 11) würden das mobile Kommunizieren über Elektronische Post begrüßen. Einige sagten jedoch, daß im Alltag ein Gespräch oft unersetzlich ist. Vorteile des Einsatzes eines mobilen Gerätes wären zusätzlich bei Leistungsanforderungen, zum Teil auch bei der Patientenaufnahme, der Diagnosendokumentation und Kurzbriefdiktaten vorstellbar.

Benutzt würde das mobile Gerät in Wartezeiten bzw. Pausen, evtl. wenn die Antwortzeiten schnell genug sind, aber auch bei der Visite und in Besprechungen.

Einsatzmöglichkeiten im pflegerischen Bereich

Für den pflegerischen Bereich wird weniger die Notwendigkeit gesehen, daß jeder einen persönlichen digitalen Assistenten zur Verfügung gestellt bekommt. Etwa zwei mobile Rechner würden für eine Station ausreichen. Die Hardware des Pen-Computers wurde im Vergleich zum ärztlichen Bereich positiver beurteilt. Wichtige Verfahren aus Sicht der Pflege, die mobil verfügbar sein sollten, sind die Leistungsanforderung und -dokumentation, die Pflegeanamnese und die direkte Dokumentation von Anordnungen des ärztlichen Personals. Ein schnelles Nachschlagen von medizinischem Wissen z.B. in der Roten Liste und pflegerischen Standards wird gewünscht. Einheitlich wurde eine mobile Verfügbarkeit der elektronischen Speiseanforderung begrüßt und ausgesagt, daß dies zu einer besseren Berücksichtigung der Patientenwünsche führen würde. Auf die Frage, ob Pflegedokumentation mit diesem Gerät denkbar wäre, ergaben sich unterschiedlichste Antworten. Lediglich 3 PflegerInnen, konnten sich das vorstellen, 5 PflegerInnen nicht und 1 PflegerIn machte keine Aussage.

Mobilisierung einer elektronischen Krankenakte

Während eine elektronische Krankenakte in Bezug auf schnelle, von Archivöffnungszeiten unabhängige Verfügbarkeit und bessere Strukturierung Vorteile gegenüber der Papierakte bietet, hat sie den Nachteil, daß das Einsehen in sie ohne einen -bisher ortsgebundenen- Computer nicht möglich ist. Wie bei den Einsatzmöglichkeiten im ärztlichen Bereich beschrieben, können sich einige der Studienteilnehmer vorstellen, Dokumente einer elektronischen Krankenakte auch mobil verfügbar haben zu wollen. Das präsentierte Gerät hielten sie jedoch mehrheitlich für nicht geeignet (geeignet 8, nicht geeignet 11, keine Aussage 5). Auf unsere Frage, wie die Studienteilnehmer die Mobilisierung der elektronischen Akte realisieren würden, gab es unterschiedliche Vorschläge. Eine Mehrheit der Befragten präferierte ein Laptop, evtl. mit großem Monitor, auf dem Visitenwagen. Auch wurde eine feste Verbindung des Gerätes mit dem Visitenwagen gefordert. Zwei der Studienteilnehmer sagten, daß die elektronische Krankenakte nicht mobil verfügbar sein müßte.

3.1.4 Zusammenfassung und Diskussion

Ziel der Studie war es, Hypothesen zum Einsatz mobiler Informationswerkzeuge durch eine anwendernahe Studie zu überprüfen. Hierbei hat sich gezeigt, daß - entsprechend den stationären medizinischen Arbeitsplätzen - auch mobile Informationswerkzeuge den Leitlinien folgen sollten, für die Erfüllung vieler Aufgaben herangezogen werden zu können. Eine synchrone Anbindung an das Klinikinformationssystem ist unverzichtbar. Die meisten Anwendungssysteme müßten für einen guten mobilen Einsatz in Routine in ihrer Benutzerschnittstelle angepaßt werden.

Wird die Dokumentation und Kommunikation häufiger direkt in Situationen durchgeführt, in denen die Daten anfallen, z.B. bei der Visite oder einer Untersuchung, spielen Kriterien wie Performanz, Verfügbarkeit und Robustheit des Systems eine noch entscheidendere Rolle. Die online-Dokumentation darf den Kontakt zum Patienten jedoch nicht negativ beeinflussen. Der konkret von uns getestete Pen-Computer ist für den wirklich mobilen Einsatz zu groß und zu schwer, in den Möglichkeiten der Dateneingabe und -präsentation im Vergleich zu einem Laptop aber schon zu eingeschränkt. Eine pen-orientierte Navigation ist jedoch wünschenswert. Die in [Werner et al. 1995; Werner 1996] formulierte Hypothese, daß es nicht ausreicht, vorhandene Anwendungssysteme mobil zu machen, wurde bestätigt.

Reflektiert und bewertet man das Studiendesign, so läßt sich feststellen, daß sich eingangs erwähnte Vorteile in Bezug auf einfache Installation bekannter Anwendungssysteme bewährt haben. Durch die vertrauten Programme konnten die Studienteilnehmer sehr schnell Erfahrungen mit der Bedienung des mobilen Gerätes gewinnen und sich während der Interviews auf inhaltliche Aspekte konzentrieren, da man nicht 'in der Basistechnik steckenblieb'. In Bezug auf Teil 3 der Studie ist zu kritisieren, daß die Abläufe in der Spezialambulanz der Hautklinik vorab nicht genau genug analysiert wurden. Da Ärzte und Pfleger die Belege zur Leistungsdokumentation gemeinsam nacheinander ausfüllen und dies mit dem Prototyp nicht möglich war, wurde deren Arbeitsablauf verfälschend beeinträchtigt. Dies war jedoch eine wichtige Erfahrung, um zu erkennen, wie wichtig es bei der rechnerbasierten Ablösung von Formularen ist, vorab zu untersuchen, wer wann beim Ausfüllen beteiligt ist. Allerdings war während der Studie eine große Aufgeschlossenheit der Teilnehmer gegenüber der penbasierten Bedienung und dem mobilen Prototyp zu erkennen.

3.2 Simulationsstudie

In der Heidelberger Simulationsstudie "Management mehrseitiger Sicherheit und Mobil-Kommunikation im Gesundheitswesen" wurde gemeinsam mit einem interdisziplinären Forschungsteam der prototypisch realisierte, integrierte, mobile, medizinische Informations- und Kommunikationsassistent in einer realitätsnahen Studie mit echten Anwendern, jedoch unter Verwendung simulierter Fälle, vom 10. - 14. November 1997 erprobt. Die Organisation und Leitung der Studie lagen bei der Projektgruppe Verfassungsverträgliche Technikgestaltung provet e.V., Darmstadt (siehe unten). Gemeinsam mit Kollegen aus der Abteilung Medizinische Informatik beteiligte ich mich an der Konzipierung und Erstellung des medizininformatischen Prototyps, der medizininformatischen Fragestellung, den Beobachtungen während der Studie und den Auswertungen.

In der Simulationsstudie wurden eine Vielzahl von verschiedenen Forschungsaspekten untersucht. Folgende Kriterien waren von Interesse: Erreichbarkeitsmanagement, Sicherheitsmanagement, arbeitswissenschaftliche und rechtliche Aspekte sowie medizininformatische Fragestellungen. Ein detailliertes Untersuchungskonzept kann [Schneider, Pordesch 1997] und die genaue Beschreibung der bereitgestellten Technikinfrastruktur [Pordesch, Schneider 1997] entnommen werden. Eine detaillierte Auswertung der Studienergebnisse kann nachgelesen werden in [Müller, Stapf 1998; Roßnagel, Herzog 1998].

In dieser Arbeit konzentriere ich mich auf die Präsentation der medizininformatischen Ergebnisse. Sie sind im wesentlichen bezogen auf die Ärzte im Klinikum Heidelberg. Die meisten Teilnehmer entstammten dieser Berufsgruppe. Aspekte aus anderen Berufsgruppen fließen jedoch ebenso in diese Arbeit mit ein.

Folgende Fragen werden beantwortet:

- *Praxistauglichkeit*: Ist der angebotene mobile Prototyp in der klinischen Routine einsetzbar in Bezug auf Funktionalität und Bedienbarkeit? Ist die verwendete mobile Technik robust und leistungsfähig genug?
- *Mobile Kommunikation*: Wie hoch ist der Bedarf an der vom Prototypen unterstützten mobilen Kommunikation und seinem Erreichbarkeitsmanagement? Wird das Angebot genutzt, neben direkter Sprachkommunikation auch Textnachrichten austauschen zu können?
- *Mobiler Zugriff auf Informationen*: Welche Informationsbedürfnisse des klinischen Arztes sollten mobil befriedigt werden? In welchen Situationen ist der mobile Informationszugriff wichtig?
- *Mobile Dokumentation*: Welche Dokumentationstätigkeiten können durch ein mobiles Gerät unterstützt werden? Was ist bei der Gestaltung der elektronischen Formulare zu beachten?

3.2.1 Methodik der Simulationsstudie

Simulationsstudien sind ein Mittel, um frühzeitig systematisch Erfahrungen mit neuen Technologien zu sammeln. Ziel ist es, bei höchstmöglicher Realitätsnähe aber unter Vermeidung von Schäden (d.h. im Krankenhausbereich z.B. ohne die Gefährdung von Patienten) und unter enger Einbeziehung der Benutzer Gestaltungsvorschläge für die Weiterentwicklung und die Einführung der neuen Technologien abzuleiten.

Dies wird ermöglicht, indem sachverständige Testpersonen beobachtet werden, wie sie während eines beschränkten Zeitraums selbständig mit prototypischer Technik unter möglichst realitätsnahen Bedingungen intensiv umgehen. Durch die Beeinflussung der Randbedingungen und der Arbeitsaufgaben können Erkenntnisse zu besonderen Fragestellungen gewonnen werden. Notwendig für Simulationstudien sind also

- echte Techniksysteme, die allerdings erst prototypisch entwickelt sind,
- echte Anwender, die als sachverständige Testpersonen an ihren eigenen oder an nachgebauten Arbeitsplätzen für eine gewisse Zeit mit der Technik arbeiten,
- echte Probleme, die allerdings realen Arbeitsfällen nachgestellt sind,
- echtes Arbeitsmaterial, das allerdings eigens vorbereitet ist,
- echte Betroffene und Kooperationspartner, die allerdings von Testpersonen gespielt werden,
- echte Angriffe und Pannen, deren Schaden aber nur im Rahmen der Simulation auftritt,
- echte Testfälle, die ebenfalls nur simulierte Konsequenzen aufweisen.

Die Ergebnisse einer Simulationsstudie ergeben sich dann aus den Erfahrungen bei der Vorbereitung und Durchführung der eigentlichen Simulationsphase sowie aus den Beobachtungen und Befragungen der sachverständigen Testpersonen und den während der Simulationsphase geführten Gruppendiskussionen.

Durch die praxisnahe Benutzung können die sachverständigen Testpersonen die Chancen und Risiken der neuen Technologien besser beurteilen als bei reinen Laborstudien (wie z.B. Gedankenexperimenten, Planspielen oder Be-

fragungen). Gleichzeitig können, anders als z.B. in Feldstudien, durch gezielte Eingriffe in die Simulationsumgebung bestimmte Fragestellungen besonders berücksichtigt werden (z.B. Fragen zur Datensicherheit durch simulierte Angriffe auf die Kommunikationswege).

Die Simulationsstudie läßt sich als Methodik damit zwischen den Labortests und den Feldstudien einordnen und vereinigt die Vorteile beider Methoden: ein möglichst praxisnaher Test in einer gleichzeitig noch relativ geschützten (Simulations-)Umgebung bei weitgehenden Einflußmöglichkeiten auf Inhalt und Verlauf der Fälle durch die Simulationsleitung.

Weitere Informationen zur Methodik der Simulationsstudie und deren Verhältnis zu anderen Methoden der Technikevaluation finden sich z.B. in [Roßnagel et al. 1994; Roßnagel 1998].

3.2.2 Teilnehmende

Die Simulationsstudie wurde im Rahmen des Ladenburger-Kollegs der Gottlieb Daimler und Carl Benz Stiftung (vgl. [Ladenburger Kolleg 1996]) in interdisziplinärer Zusammenarbeit verschiedener Forschungsprojekte durchgeführt. An der Durchführung waren insgesamt 10 Wissenschaftler, unterstützt von etwa 25 Hilfskräften, aus folgenden Forschungseinrichtungen beteiligt:

- Projektgruppe Verfassungsverträgliche Technikgestaltung provet e.V., Darmstadt (Prof. Dr. Alexander Roßnagel) (Organisation der Studie)
- Institut für TeleKooperationsTechnik (TKT) der GMD - Forschungszentrum Informationstechnik, Darmstadt (Dr. Rüdiger Grimm)
- Institut für Informatik und Gesellschaft (IIG), Universität Freiburg (Prof. Dr. Günter Müller)
- Abteilung für Allgemeine Klinische und Psychosomatische Medizin der Inneren Medizin der Universität Heidelberg (PD Dr. med. Wolfgang Herzog)
- Abteilung für Medizinische Informatik im Institut für medizinische Informatik und Biometrie an der Universität Heidelberg (Prof. Dr. Reinhold Haux)

Es nahmen 30 sachverständigen Testpersonen teil, darunter 17 Ärzte und 8 Pflegekräfte aus dem Klinikum Heidelberg, 1 Verwaltungsangestellter, 2 niedergelassene Ärzte und 2 ambulante Pflegekräfte. Abbildung 3-4 zeigt die Verteilung der Berufe. Das Klinikpersonal kam aus verschiedenen Fachbereichen: Innere Medizin, Neurochirurgie, Labor, Radiologie.

Von diesen 30 Teilnehmern haben 26 den abschließenden Fragebogen ausgefüllt, dies entspricht einer Rücklaufquote von 87%.

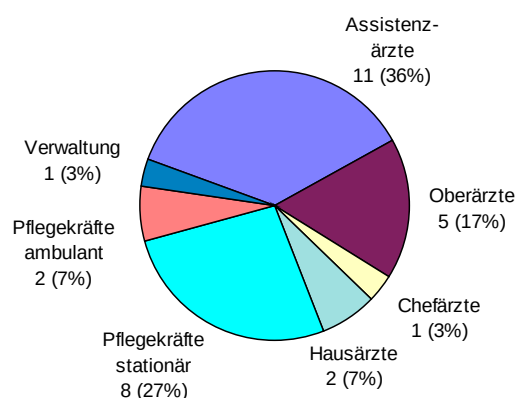


Abbildung 3-4: Berufsgruppen der sachverständigen Testpersonen (n=30).

3.2.3 Technik und Funktionalität des Prototypen

Der mobile digitale Assistent wurde prototypisch auf Basis eines Apple Newton Message Pads und angeschlossenem GSM-Handy realisiert. Die mobile Sprach- und Datenübertragung erfolgte über das D1-Netz. Abbildung 3-5 zeigt die Hardwarearchitektur.

Im Rahmen von Eigenentwicklungen bzw. durch bereits auf dem Newton vorhandenen Anwendungssystemen wurde ein umfangreiches Paket von Funktionen angeboten, welche in Voruntersuchungen als sinnvolle Anwendungen mobiler Technologie erkannt worden waren.



Abbildung 3-5: Hardwarearchitektur.

Funktionen zur Kommunikation

- Sprach- und Textkommunikation: Der mobile Prototyp erlaubte das Anwählen und die Kommunikation mit beliebigen anderen Prototypen. Dabei konnte telefoniert werden. Zusätzlich konnten (z.B. bei Nichterreichen) Textnachrichten ausgetauscht werden. Bei der Sprach- und Textkommunikation waren zusätzlich Konzepte der mehrseitigen Sicherheit realisiert. So konnten Textnachrichten signiert werden. Es konnte auch anonym oder unter einem Pseudonym kommuniziert werden. Für weitere Informationen zu den Konzepten der mehrseitigen Sicherheit sei auf [Müller, Pfitzmann 1997; Müller, Stapf 1998] verwiesen.
- Einstellen der persönlichen Erreichbarkeit: Dem Angerufenen wird über einen Erreichbarkeitsmanager die Möglichkeit geboten, seine persönliche Erreichbarkeit einzustellen. Dies geschieht durch das regelbasierte Konfigurieren von Situationen. Nach Konfiguration ist es dann z. B. möglich, durch Anwählen der Situation "Besprechung" einzustellen, daß man in Besprechungen nur für Notrufe erreichbar sein will (vgl. Abbildung 3-6). Alle Anrufe würde das Gerät mit einer im Textlaut festzulegenden Nachricht automatisch beantworten bzw. ablehnen. Das Konzept sowie der Prototyp des Erreichbarkeitsmanagers sind z.B. beschrieben in [Damker et al. 1997].

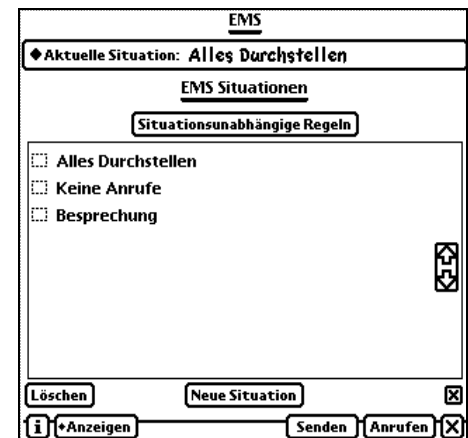


Abbildung 3-6: Erreichbarkeits-manager: Einstellungen der persönlichen Erreichbarkeit

Funktionen zur Informationsverarbeitung

- Zugriff auf eine (simulierte) Patientendatenbank: Ausgehend von einer Patientenübersicht können neben den Patientenstammdaten aktuelle Befunde sowie patientenbezogene Informationen zu früheren Aufenthalten (z.B. Arztbriefe) abgerufen werden (vgl. Abbildung 3-8).
- Zugriff auf medizinisches Wissen: Der Prototyp bot die Möglichkeit, medizinisches Wissen (z.B. Rote Liste, Fachbücher, Adreßlisten) zu hinterlegen, um darauf mobil zuzugreifen.
- Diagnosedokumentation: Auf Basis von ICD-10-basierten und an einzelne Kliniken angepassten Auswahllisten können Diagnosen zu einem Patienten mobil dokumentiert und an die Patientendatenbank übermittelt werden.
- Leistungsanforderung: Elektronische Formulare ermöglichen das Erstellen und Abschicken von Leistungsanforderungen z.B. für Radiologie, Labor und Echokardiographie. Die Formulare sind so konstruiert, daß das Ausfüllen möglichst schnell geschehen kann: so werden die vorher dokumentierten Diagnosen automatisch eingetragen, und hinter vielen Feldern sind Auswahllisten hinterlegt (vgl. Abbildung 3-7).

- Persönliche Organisation: Der Prototyp bot die Möglichkeit, Adressen und Termine zu verwalten und Notizen zu schreiben.

Anforderung Psychosomat. Konsil 23-Oct-97

Bethke, Katja
geb. 4.5.1977

Diagnosen

Angina pectoris, Koronararteriosklerose

Klinische Fragestellung

Differential-Diagnose
Biografische Anamnese
Analytische Psychotherapie
Verhaltenstherapie

Zustimmung

Patient hat zugestimmt

☒ ja ☐ nein ☐ unbekannt

Verordnete Psychopharmaka

Haldol (Haloperidol)

Anforderung senden

MDVS mobil 7 Oct 97

Patienten Übersicht

Gewählt: **Chaos, Mirna**

NAME	VORNAME	GE3DATUM
Ammerwerth	Hilke	22.11.1979
Bethke	Katja	4.5.1977
Buss	Jar	6.5.1964
Caved	Josef	3.3.1933
Cetin	Keyfiye	5.1965
Chaos	Mirna	3.5.1943
Colle	Horst	1.10.1955
Czory	Adam	3.1.1945
Doering	Monika	1.1.1972
Eisele		1.1967
Engelhard		2.1957
Gal		1.1979
Hutter		1.1956
Ruhsam		1.1907
Schwab		1.1967
Williams		2.1970

Ab

Neue Befunde/Dok. zeigen

Neue Anforderungen zeigen

DATEN HOLEN

Neue Befunde/Dok. holen

Abbildung 3-7: Anforderungsformular für ein psychosomatisches Konsil.

Abbildung 3-8: Patientenübersicht.

Technikinfrastruktur

Sowohl die Funktionen zur Kommunikation als auch die Funktionen zur mobilen Informationsverarbeitung waren als Client-Server Architektur realisiert.

Bei den Funktionen zur Kommunikation war dabei wesentlich, daß alle sensiblen, persönlichen Daten nur auf dem mobilen Gerät gespeichert waren. Dies ist ein Aspekt der mehrseitigen Sicherheit (vgl. dazu [Damker et al. 1997], [Fedderath et al. 1995]).

Bei den Funktionen zur Informationsverarbeitung ist darauf Wert gelegt worden, daß mit den mobilen Prototypen autonom, d.h. auch ohne online-Verbindung zu dem Server für die Patientendaten, gearbeitet werden konnte. Der Benutzer mußte die Datensynchronisation während der Studie initiieren. Eine Ausgangsdatenbasis war jedoch vor Studienbeginn bereits in die mobilen Geräte transferiert worden. Medizinisches Wissen stand nur lokal auf den mobilen Geräten zur Verfügung.

Abbildung 3.9 zeigt eine Übersicht der Technikinfrastruktur.

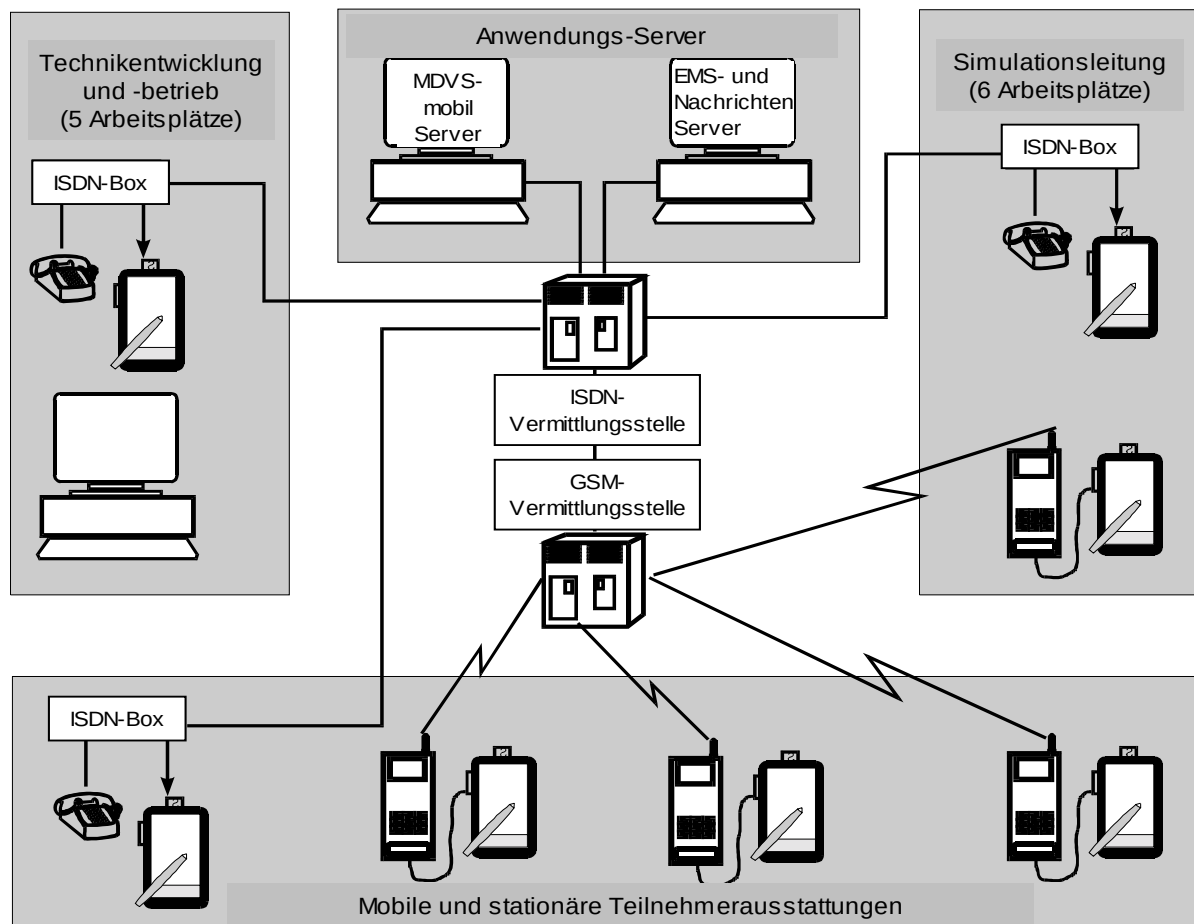


Abbildung 3-9: Technikinfrastruktur der Simulationsstudie. (entnommen aus [Bludau et al. 1998]).

3.2.4 Studienverlauf

Zur Erhebung des Ausgangszustandes wurden in ausführlichen und individuellen Vorinterviews die Kommunikationsgewohnheiten und die Erwartungen der Testpersonen an mobile Kommunikations- und Informationstechniken in ihrem Anwendungsbereich ermittelt. Ergebnisse in Bezug auf Kommunikationsverhalten und Erreichbarkeitsmanagement können in [Pschichholz 1997], [Taubert 1998] nachgelesen werden. In Bezug auf die mobile Informationsverarbeitung flossen die Erfahrungen aus unserem Projekt “Kooperatives Problemlösen im Gesundheitswesen” mit ein, vor allem die Ergebnisse der in Kapitel 3 beschriebenen Pen-Computer Studie.

Die ca. 30 Testpersonen wurden ca. 1 Woche vor Studienbeginn mit dem mobilen Prototypen ausgerüstet und geschult.

Die Simulationsphase fand während einer Woche, vom 10. - 14.11.97, statt. In dieser Zeit wurden im normalen Berufsalltag zusätzlich fiktive Fälle von den Testpersonen bearbeitet. Die notwendigen Maßnahmen wurden mit Hilfe des mobilen Prototypen eingeleitet. So wurden andere Ärzte konsultiert, Leistungsanforderungen geschrieben, Befunde gelesen und auf medizinisches Wissen zurückgegriffen.

Die dafür vorbereitete Datenbank enthielt Daten von insgesamt 71 fiktiven Patienten. Zu 10 von ihnen gab es umfangreichere Dokumente früherer Aufenthalte (z.B. alte Arztbriefe). Während der Simulationswoche wurde etwa 200 mal auf die zentrale Patientendatenbank zugegriffen. Es wurden u.a. 70 Leistungsanforderungen geschrieben und mit 42 Befunden beantwortet. Zu 20 Patienten wurden Diagnosen dokumentiert. Insgesamt wurden etwa 1000 Textnachrichten ausgetauscht. Die Anzahl der geführten Telefonate belief sich etwa auf 2000.

Zur Erhebung der Auswirkungen und der Erfahrungen bei dem Umgang mit der neuen Technologie wurde jeder Teilnehmer mindestens einen Tag lang beobachtet. Zusätzlich fanden täglich abends Gruppengespräche statt, in denen die Probleme und Erfolge besprochen und festgehalten wurden. Als Abschluß der Studie wurde jeder Teilnehmer gebeten, einen umfangreichen Fragebogen auszufüllen. Einige Teilnehmer wurden nochmals intensiv interviewt. So konnten sowohl Erfahrungen als auch Gestaltungsvorschläge für mobile Kleincomputer ermittelt werden.

3.2.5 Ergebnisse

Wegen der Vielzahl angebotener Funktionen waren die Ergebnisse umfangreich und differenziert. Sie werden gegliedert nach den Fragestellungen der Simulationsstudie dargestellt. Dabei beschränken wir uns im wesentlichen auf die Ergebnisse zu dem Einsatz mobiler Geräte bei den 16 klinischen Ärzten (teilgenommen hatten 17), von denen neben den Interviews auch der ausgefüllte Fragebogen vorlag.

Anmerkung zur Darstellung: Die Angabe " $n = x+y$ " hinter den einzelnen Aussagen bedeutet dabei, daß x Teilnehmer diese Funktion für "sehr sinnvoll" sowie y sie für "teilweise sinnvoll" hielten. Ist nur " $n=x$ " angegeben, bedeutet dies, daß x Teilnehmer mit der genannten Aussage übereinstimmten, die übrigen nicht.

Praxistauglichkeit

Die meisten ärztlichen Testpersonen hielten den mobilen Prototypen für zu groß ($n=14$) und zu schwer ($n=12$) ("Das Gerät finde ich fast zu groß, also, das da wirklich zu tragen, ist zu viel."; aber auch: "Bei weiteren Funktionen des Gerätes relativiert sich Größe und Gewicht" ⁵). Der Bildschirm des Newtons wurde dagegen im Fragebogen überwiegend als genau richtig angesehen ($n=12$), in den Interviews wurde diese Aussage dann häufig relativiert ("Dieser kleine Bildschirm, der ist nicht so deutlich wie ein Laborzettel."). Einige Testpersonen bemängelten in den Gesprächen die schlechte Darstellungsqualität (Helligkeit, Kontrast) des Bildschirms ("Das Display war grausam, beim Blättern hab ich mir das Licht angemacht."). Die Einsehbarkeit für Zweitpersonen (z.B. bei einer Besprechung) war grundsätzlich kaum möglich.

Die Handschriftenerkennung, welche beim Newton standardmäßig eingebaut ist, wurden von den meisten Testpersonen als mittel ($n=4$) oder schlecht funktionierend ($n=10$) eingestuft ("Also, das mit der Handschrift hat gar nicht geklappt."). Der Einsatz einer "virtuellen Tastatur" wurde ebenfalls nur für kürzere Texte als sinnvoll angesehen ("viel zu langsam und umständlich"; "Ich mußte die Tastatur verwenden, und das ist natürlich sehr mühsam, das dauert sehr lange."). Einige Teilnehmer wünschten sich die Möglichkeit, eine kleine Tastatur anzuschließen zu können, um Texte einzugeben. Insgesamt wurden die gebotenen Eingabemöglichkeiten als noch nicht praxistauglich genug angesehen.

Die Lebensdauer der Batterien betrug nur wenige Stunden, was von den Testpersonen als zu gering angesehen wurde. Dieser (für einen Apple Newton ungewöhnlich hohe) Stromverbrauch resultierte aus der Anbindung des GSM-Handys. Für einen sinnvollen Einsatz wurde eine Batteriebensdauer von mindestens der Dauer einer Schicht, besser länger, gefordert.

Anhand der Interviews und der vielen Anrufe bei der Hotline läßt sich ableiten, daß viele Testpersonen trotz Einweisung Probleme mit der angebotenen komplexen Technik hatten ("nicht ganz selbsterklärend"; aber auch: "Ich fand das Gerät ziemlich einfach oder eingängig."). Die Vertrautheit mit dem neuen Werkzeug wuchs während der Studienwoche deutlich. Am Ende gaben die meisten an, das mobile Gerät wenigstens "einigermaßen" beherrscht zu haben ($n=15$), ein Arzt gab eine "vollständige" Beherrschung an.

Die Datenübertragung erfolgte bei dem Prototypen über ein angeschlossenes GSM-Handy. Aufgrund der umständlichen Handhabung der beiden Geräte forderten fünf Testpersonen in einem Kommentarfeld des Fragebogens explizit eine Integration der beiden Geräte.

Die Geschwindigkeit des Prototypen (bei der Eingabe und Präsentation von Daten) wurde allgemein als zu langsam angesehen, ebenso die angebotene GSM-Datenübertragungsrate von 9.600 bit/sec.

Die Datenübertragung selber (z.B. Absenden einer Leistungsanforderung, Empfangen von Befunden, Versenden von Textnachrichten) war asynchron realisiert und mußte jeweils vom Benutzer initiiert werden. In den Gruppengesprächen wurde sie häufig als zu umständlich bemängelt, insbesondere wenn bei einer Funkstörung mehrere Versuche zur Datenübertragung unternommen werden mußten.

Die Teilnehmer bemängelten die durch die verwendete GSM-Technik verursachten zahlreichen Probleme. So war an einigen Anwendungsorten keine GSM-Netzverbindung herstellbar, und an vielen anderen Orten kam es wegen geringer Netzstärke zu Verbindungsabbrüchen, was insbesondere im Bereich der Datenübermittlung zu Inkonsistenzen der Datenbestände führte. Daneben traten bei Betrieb der GSM-Handies in der Nähe normaler Telefone in diesen erhebliche Störgeräusche auf. Störungen medizin-technischer Geräte wurden nicht beobachtet - hier waren die Teilnehmer allerdings auch gehalten, einen Sicherheitsabstand von mindestens 2 m einzuhalten.

Die Werkzeuge zur persönlichen Organisation (wie Notizblock, Adreßliste, Terminplaner) wurden überwiegend von den Personen genutzt, welche bereits mit dem Newton vertraut waren ("Den Notizblock oder den Terminkalender, das habe ich benutzt, das fand ich gut."). Außerdem wurde teilweise angegeben, daß der Mehrwert gegenüber konventionellen Organisationswerkzeugen (Zettel, Organizer etc.) nicht hoch genug sei, um die Notwendigkeit des ständigen Mitführens eines mobilen Geräts zu begründen.

Mobile Kommunikation

Die Möglichkeit, mobil zu kommunizieren, wurde von der Mehrheit als Hilfe im klinischen Alltag angesehen (vgl. Abbildung 3-10). Insbesondere die Möglichkeit, mobil überall telefonieren zu können, wurde positiv beurteilt. Nur vier Personen gaben an, daß für sie die Möglichkeit, mobil zu telefonieren, nicht wichtig sei. Drei davon besetzen höhere Positionen und haben daher ein eigenes Büro mit Telefon.

11 Teilnehmer gaben an, häufig Textnachrichten als Alternative zu Telefonaten und manchmal auch als Alternative zu direkten persönlichen Gesprächen eingesetzt zu haben. Textnachrichten wurden häufig dann genutzt, um bei Nichterreichen einer Person eine Nachricht zu hinterlassen. Dies ermöglicht der angerufenen Person, aufgelaufene Kommunikationswünsche dann abzuarbeiten, wenn Zeit dafür ist ("Besser verzögerte Kommunikation, wenn man gerade nicht erreichbar ist."; "Am besten hat mir gefallen, daß man Nachrichten verschicken konnte. Man kann dem Empfänger eben Dinge mitteilen, auf die er nicht unbedingt reagieren muß."). Für den Anrufer ist der Kommunikationsversuch abgeschlossen, er erspart sich wiederholte Anrufversuche. Einige Teilnehmer gaben allerdings auch an, daß die auflaufenden Nachrichten einen sehr hohen

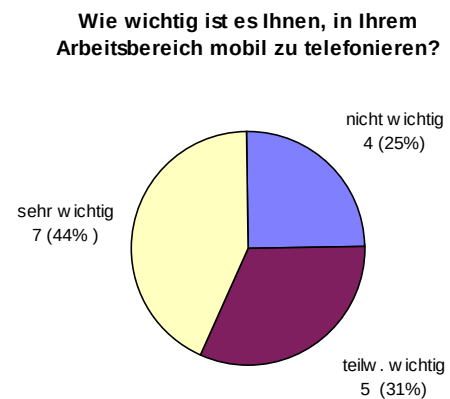


Abbildung 3-10: Antwort auf die Frage: "Wie wichtig ist es Ihnen, in Ihrem Arbeitsbereich mobil telefonieren zu können?" (n=16)

⁵ Die hier und im folgenden genannten Zitate stammen aus den geführten Interviews, den Gruppengesprächen und aus Kommentaren im Fragebogen. Ergänzungen der Autorin in eckigen Klammern [...] dienen dem besseren Verständnis.

Aufforderungscharakter hätten, was dazu führte, das sich diese gehetzt fühlten, die Nachrichten so schnell wie möglich abzuarbeiten ("Wenn ich nicht antworte, habe ich ein schlechtes Gewissen."). Es wurde der Wunsch geäußert, daß man die Nachrichten nach Dringlichkeit filtern könnte und eventuell nur die dringenden Nachrichten auf dem mobilen Gerät sichtbar sind.

Der Erreichbarkeitsmanager wurde von der Mehrheit als sinnvoll angesehen ($n = 11$) ("Wenn ich in therapeutischen Gruppen war, hatte ich so die Möglichkeit, daß nur ganz wichtige Sachen durchgestellt wurden."). Nur vier hielten ihn für nicht sinnvoll - von diesen hat ein Arzt diese Funktion während der Studie nicht genutzt (wegen technischer Probleme), ein zweiter hat als Oberarzt eine Sekretärin, welche ihn vor unerwünschten Anrufen abschotten kann, ein dritter arbeitet im Labor und hält für sich diese Funktionalität nicht für sinnvoll, wohl aber für Stationsärzte, und ein vierter lehnte sie wegen der komplizierten Bedienung ab.

Vorteile sahen die Befragten insbesondere darin, daß beide Kommunikationspartner ihr Gegenüber über den Namen identifizieren können (statt nur über eine Nummer) ($n=12$), und daß eingehende Anrufe in bestimmten Situationen (z.B. Besprechung, OP, Visite) nach Anruferidentität ($n = 14+1$), Dringlichkeit ($n=10+2$) oder Themenstichwort ($n = 6+6$) gefiltert werden können. So könnten mit Hilfe des Erreichbarkeitsmanagers Störungen in bestimmten Situationen selektiv verhindert werden ("[Beim bisherigen Piepser] ist man nie darüber informiert, um was es geht, und man kriegt halt viele unnütze Anrufe").

Das angebotene Anwendungssystem, welche die flexible regelbasierte Konfiguration von Erreichbarkeitsregeln ermöglichte, wurde allerdings als zu komplex angesehen. Insbesondere gaben die Teilnehmer an, daß ihnen statt eines umfangreichen Regelwerks einige wenige einfache Situationen genügen würden (z.B. immer erreichbar - nur für Notfälle erreichbar - nicht erreichbar). Eine weitere Forderung war, daß ein Umschalten zwischen diesen einzelnen Situationseinstellungen möglichst einfach - z.B. auf Knopfdruck oder automatisiert - erfolgen sollte, damit der Benutzer auf Situationswechsel schnell reagieren kann ("Eine automatische Umstellung auf unterschiedliche Situationen wäre sinnvoll."). Ansonsten bestünde die Gefahr, daß in neuen Situationen inadäquate Einstellungen des Erreichbarkeitsmanagers beibehalten werden - mit der Folge, daß z.B. ein Arzt auch nach einer Visite nicht erreichbar ist.

Eine Folge des Erreichbarkeitsmanagements während der Studie war eine offensichtliche Verlagerung der Kommunikationskontrolle vom Rufer zum Gerufenen. Während beim bisherigen Einsatz des "Piepsers" der Gerufene jederzeit für jeden, der die Nummer kennt, erreichbar ist, kann er sich jetzt abschotten gegen unerwünschte Störungen. Die Teilnehmer wiesen darauf hin, daß hier organisatorische Regelungen unbedingt notwendig sind, welche z.B. die Situationen nennen, in denen man seine Erreichbarkeit überhaupt einschränken darf. Einige Teilnehmer sahen die Gefahr, daß die direkte persönliche Kommunikation verdrängt wird zugunsten der elektronischen, ggf. indirekten, Kommunikation ("Weniger persönliche Kontakte zu Mitarbeitern und Kollegen."; "Zunehmend unpersönliches Verhältnis.").

Mobiler Zugriff auf Informationen

Die Meinungen zur Nützlichkeit rechnergestützter mobiler Informationsverarbeitung (wie Zugriff auf Patientendaten oder elektronisches Formularwesen) waren unterschiedlich und hingen unter anderem vom Tätigkeitsbereich des Arztes und seiner Einstellung zur Technik ab. Prinzipiell gab aber die Mehrheit der Teilnehmer an, daß die mobile Datenverarbeitung sehr wichtig ($n=6$) bzw. teilweise wichtig ($n=5$) sei (vgl. Abbildung 3-11).

Generell wurden die Darstellungsmöglichkeiten mobiler Geräte skeptisch beurteilt ("Röntgenbilder oder Mammographiebefunde sind mit dem kleinen Display nicht mehr gut darzustellen. Allenfalls über mobile große Monitore, die auf Station rumgefahren werden."; "Ja, ein Befund, den ich auf dem Papier lese, den kann ich mir eher merken, als den auf einem absolut kleinem Bildschirm."; "Wenn Sie Bilder anschauen wollen, dann genügt Ihnen dieser Schirm vom Newton nicht mehr, also das ist absurd.").

Daneben wurden Sicherheitsbedenken angebracht: “Also, ich finde es [den Patientendatenzugriff] mobil nicht gut, weil da der Mißbrauch zu groß ist. Wenn die ganze Patientenakte über Funk übertragen wird, glaub ich nicht, daß man das so gut verschlüsseln kann, daß man es nicht knacken könnte.”). Zum Schutz der Patientendaten schlugen die Teilnehmer vor allem Paßwörter und organisatorische Regelungen zur Vermeidung von Verlust und Diebstählen vor.

Die stationären Arbeitsplatzrechner wurden von allen Testpersonen als unverzichtbar angesehen, da sie komfortablere Ein- und Ausgabemöglichkeiten (Bildschirm, Tastatur, Drucker) ermöglichen. Der mobile Einsatz in ausgewählten Bereichen wurde aber von fast allen, bei entsprechender stabiler, schneller und benutzerfreundlicher Realisierung, als Mehrwert empfunden (“Wenn der Patient in irgendeinem Zimmer liegt, ist das für mich schon ein Aufwand, ins Ärztezimmer zurückzulaufen und die Daten des Patienten [am stationären Rechner] aufrufen zu müssen.”; “Wenn gerade kein stationäres Gerät verfügbar ist, nehme ich es [das mobile Gerät] einfach raus und gucke nach.”; “Wenn man die Akte nicht [greifbar] hat, bräuchte man das [mobile Gerät] schon.”; “Dann muß ich nicht extra zu einem Rechner gehen, ihn anmachen, und dann umständlich das Programm aufrufen. Ich hätte ein mobiles Gerät, was nur auf mich hört.”).

Abbildung 3-12 zeigt die Ergebnisse aus den Fragebögen im Detail. Dabei wird deutlich, daß die Teilnehmer den Einsatz mobiler Geräte zum Informationszugriff in drei Hauptbereichen für sinnvoll erachten:

- Zum Zugriff auf medizinisches Wissen (Medikamentenlisten, Fach- und Literaturdatenbank). Hierdurch entsteht die Möglichkeit, jederzeit und überall, z.B. während eines Patientengesprächs, auf Wissen zuzugreifen (“Datenbanken sind immer wichtig für uns, auch mobile, also z.B. Medikamentenverzeichnisse, Notfalltherapieschemata - da habe ich bisher ein kleines Notizbuch dafür, und das kann die Maschine natürlich viel besser.”; “Das fand ich zum Beispiel einen sehr guten Ansatz da, diese Artikel von Fachzeitschriften; das könnte man sicherlich noch um Medline oder Rote Liste ergänzen.”; “Das Gerät kann als Informationszentrale dienen, dann brauche ich nicht zwanzig Bücher mit mir tragen.”).
- Zum Zugriff auf relevante Patientendaten (z.B. Befunde und Diagnosen zum aktuellen Fall, sowie Dokumente, z.B. Arztbriefe, zu früheren Aufenthalten), also auf eine mobile elektronische Krankenakte. So kann z.B. während einer Visite ein aktueller Laborwert oder das Ergebnis einer Untersuchung etc. nachgeschlagen werden. Der Zugriff auf eine Übersicht über frühere Aufenthalte (z.B. über die Arztbriefe) wird auch als sinnvoll angesehen, z.B. wenn die Krankenakte nicht verfügbar ist (“Weil ich halt einen zentralen Überblick über den Verlauf habe, den ich sonst nicht sehe.”; “Wenn ich morgens rasch durch die Zimmer gehe, hätte ich wirklich gerne einen aktuellen Laborwert zum Patienten.”; “Also das [der mobile Zugriff auf Patientendaten] ist praktisch, auch wenn ich im Flur stehe und mich mit einem Kollegen unterhalte.”; “Wenn ich die letzten Laborwerte sofort raussuchen könnte, wäre das schon gut, im Moment muß ich noch die Akte suchen.”).
- Zum Zugriff auf allgemeine Informationen (Telefonbuch, Arztliste, Verschlüsselungskataloge). Diese Informationen werden bisher häufig von den Ärzten auf Zetteln und in Heften mit sich getragen, da sie immer mal wieder benötigt werden (“Hätte gerne kompletten ICD-Schlüssel mobil bei mir.”; “Das wäre zum Beispiel auch sehr gut, wenn ich, um den Dienstplan anzugucken, nicht immer zur Pforte gehen müßte, sondern ihn hier einfach angucken könnte.”).

Wie wichtig ist es Ihnen, in Ihrem Arbeitsbereich mobil Daten zu verarbeiten?

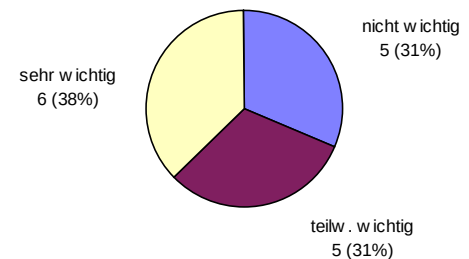


Abbildung 3-11: Antwort auf die Frage "Wie wichtig ist es Ihnen, in Ihrem Arbeitsbereich mobil Daten verarbeiten zu können?" (n=16)

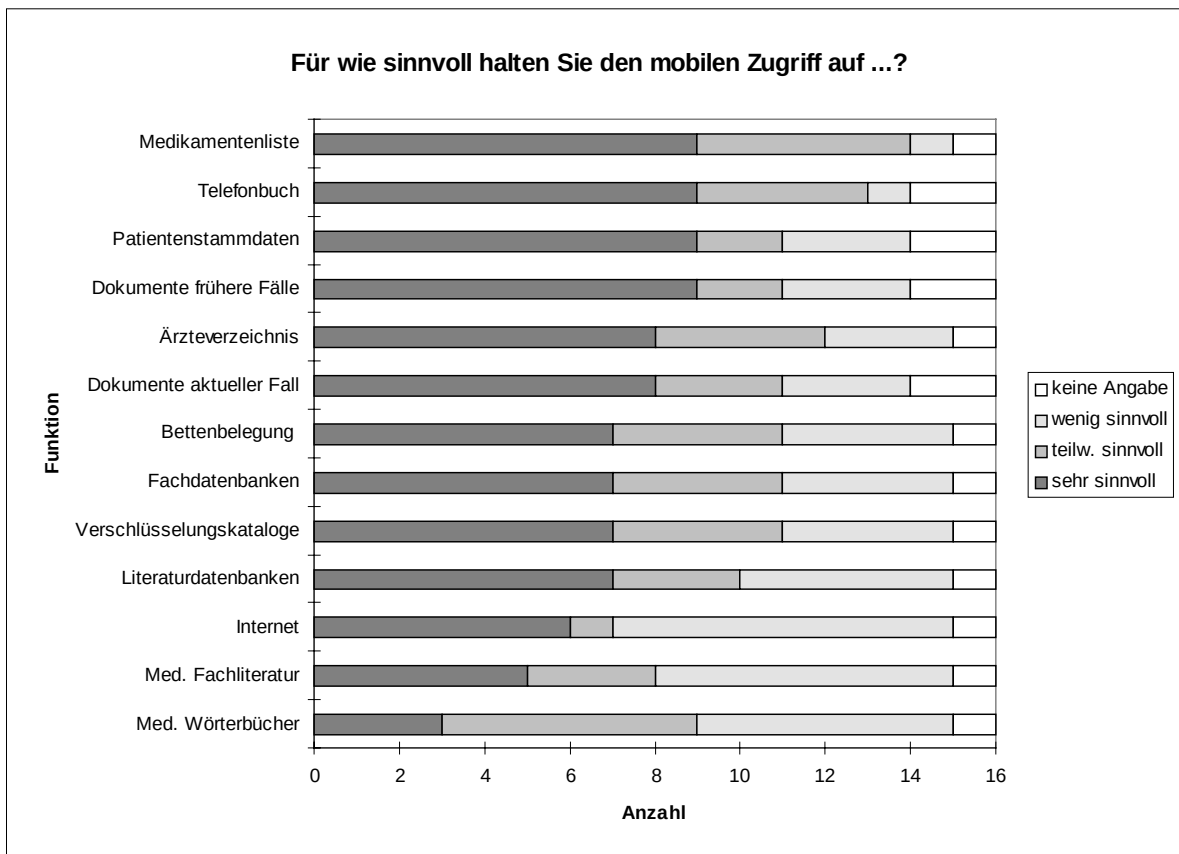


Abbildung 3-12: Antworten zur Frage "Für wie sinnvoll halten Sie den mobilen Zugriff auf" (n=16)

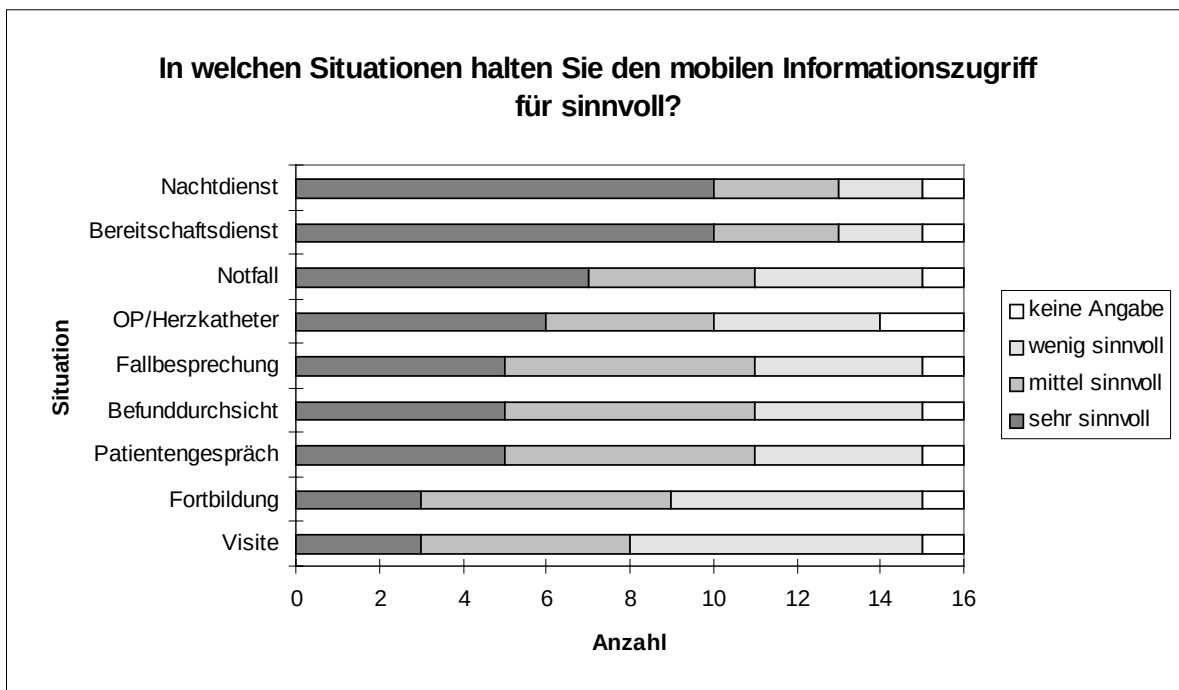


Abbildung 3-13: Antworten zur Frage "In welchen Situationen halten Sie den mobilen Informationszugriff für sinnvoll?" (n=16 Ärzte)

Neben der sinnvollen Funktionalität mobiler Geräte wurde nach den Situationen gefragt, in denen sie einsetzbar sind. Abbildung 3-12 zeigt die Aussagen hierzu. Hier standen Bereitschaftsdienst (n=10+3), Nachtdienst (n=10+3) sowie Notfälle (n=7+4) an vorderster Stelle. Dies sind alles Situationen, in denen die gewohnten Informationsquellen (Krankenakte, stationärer Arbeitsplatzrechner) nicht immer zur Verfügung stehen, und die Teilnehmer sich daher hier den Einsatz mobiler Kleincomputer als entsprechenden Ersatz gut vorstellen konnten bzw. explizit wünschten ("Im Nachtdienst wäre es ganz praktisch, wenn man dann auch akut auf die Laborwerte vom Patienten, der gerade drüben [in der Notambulanz] war, sehen könnte."; Wenn ich [beim Konsildienst in der Kinderklinik] irgendein Kind habe, was [von uns] operiert worden ist, da habe ich ja nicht unser System drüben, da könnte ich mir vorstellen, daß das [der mobile Zugriff auf Patientendaten] ganz gut ist.").

Die Visite, die in vor der Simulationsstudie als eine typische Situation für den Einsatz mobiler Geräte angesehen wurde (hier vor allem unter dem Aspekt rascher Zugriff auf aktuelle Informationen), wurde erst weit hinten (mit n=3+5) genannt. Hier stellt sich in den Interviews heraus, daß eine Reihe von Ärzten es prinzipiell ablehnten, am Krankenbett mit Computern zu arbeiten.

So gaben vier der fünf Ärzte, welche die mobile Informationsverarbeitung grundsätzlich nicht für sinnvoll hielten, an, daß hierdurch der Kontakt zum Patienten unpersönlicher und damit die Arzt-Patienten-Beziehung gestört würde. Diese Ärzte nehmen zur Visite aus diesem Grunde auch häufig keine Patientenakte oder sonstige Hilfsmittel (Formulare, Handbücher etc.) mit ("Ich finde es auch eine scheußliche Vorstellung, wenn ich jetzt so am Patientenbett bin und mit dem Patienten kommuniziere und dann anfangs, im Newton rumzublättern."; "Also am Patientenbett finde ich das [die Nutzung mobiler Computer] nicht gut, das entspricht auch nicht meinem Verständnis von Medizin. Wir gehen auch mit Absicht nicht mit den Akten zum Patienten, man will mit dem Patienten sprechen, nicht über den Patienten. Also sollte man das mit einem Computer erst recht nicht machen."; "Am Krankenbett absorbiert er [das mobile Gerät] die Aufmerksamkeit."). Aber es gab auch Gegenmeinungen: "Ich glaube, daß das Patientengespräch trotz alledem ganz normal laufen kann."

Mobile Dokumentation

Die mobile Dokumentation von Diagnosen (n=7+5) und Leistungsanforderungen (n=7+3) wird von vielen Testpersonen als sinnvoll angesehen, insbesondere wenn sie durch Auswahlmasken und Auswahlfelder erleichtert wird. Außerdem können bei der Nutzung elektronischer Formulare grundsätzlich vorhandene Daten (Patientenstammdaten, Diagnosen) automatisch übernommen werden - dies wurde auch von den Teilnehmern sehr begrüßt (n=10+2) ("Das fand ich sehr gut, daß gleich die Diagnosen drin sind, wenn ich eine Anforderung schicke.").

Mögliche Einsatzszenarien sahen hier die Teilnehmer z.B. bei der Visite - statt ein Notiz in der Patientenakte zu machen (welche später von einer Pflegekraft auf ein Formular übertragen, vom Arzt abgezeichnet werden und von der Pflegekraft dann abgeschickt werden muß), könnte der Arzt direkt das digitale Formular mobil ausfüllen, signieren und abschicken ("Ich würde halt Labor-Eins ankreuzen und sofort rausschicken. Was man dadurch sparen würde, ist dieses Anforderungsformular und die Anordnung [an die Schwester]."). Allerdings wandten hier einige Teilnehmer ein, daß sie hierdurch Arbeit übernehmen würden, welche die Pflegekräfte bisher machen ("Also ich finde nicht, daß wir langsam aber sich die gesamten Schreibarbeiten übernehmen sollten.").

Eine vorgeschlagene Alternative wäre, daß die Pflegekraft auf Anweisung des Arztes das digitale Formular während der Visite ausfüllt, dem Arzt zur Unterschrift hält und dann sofort drahtlos abschickt ("Statt das Visitenbuch hätte die Schwester quasi dieses [mobile] Gerät, und ich würde sage, ich hätte gerne bei dem Patienten das Labor-Eins, und dann kreuzt sie das auf dem Gerät an."). So würde der mobile Computer nicht den direkten Arzt-Patienten-Kontakt stören. In jedem Fall könnten so die bisher üblichen Zeitverzögerungen bei der Leistungsanforderung vermieden werden. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, daß bei einer Laboranforderung auch die Probe zum Labor gesandt werden muß ("Da muß man sich noch mal genau überlegen, wie man die Schnittstellen macht. Ob man dem

Umweg über das Pflegepersonal geht, das es [das Anforderungsformular] zum Beispiel ausdruckt und zusammen [mit der Probe] verpackt.”).

Umfangreichere stiftbasierte Dokumentation von Befunden (n=2+8), Verlaufsnotizen (n=4+3) und Arztbriefschreibung (n=4+1) wurden wegen der bereits beschriebenen Eingabeproblematik (Handschriftenerkennung als ungenügend empfunden, virtuelle Tastatur zu umständlich) als wenig sinnvoll angesehen und daher eher abgelehnt.

Von einigen Testpersonen wurde noch darauf hingewiesen, daß beim Stehen und Laufen grundsätzlich eine Datenerfassung schwierig sei (“Und dann im Stehen konnte man auch so schlecht drauf schreiben. Man mußte sich irgendwo hinsetzen.”).

Es gab die Meinung, daß die Nutzung elektronischer Formulare schon am stationären Arbeitsplatzrechner Vorteile gegenüber dem Einsatz konventioneller Formulare bringen kann. Der Mehrwert mobiler Geräte wurde aber weitgehend trotzdem bejaht, da hier die Zeitnähe zwischen Datenerhebung und Datenerfassung offensichtlich vorteilhaft ist. Dies gilt neben der Leistungsanforderung (“Wenn ich auf der Visite bin, würde ich das gerne sofort anordnen dort.”) auch für die Leistungserfassung (“Die ist mobil sinnvoll, weil Sie viele Leistungen, die sie tätigen, sonst vergessen hätten. Die gehen Ihnen nicht durch die Lappen, wenn Sie die direkt mobil vor Ort erfassen.”).

Mobile versus festinstallierte Rechner

Viele klinische Teilnehmer gaben in den Gesprächen und Interviews an, daß ihnen die meisten angebotenen Funktionen auch am festinstallierten klinischen Arbeitsplatzrechner genügen würden. Zu dieser Aussage muß folgendes angemerkt werden:

Zum einen spielt hier die bisherige Verfügbarkeit gleicher Funktionalität (z.B. Zugriff auf Patientendaten) an festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystemen eine Rolle. Deren gute Verfügbarkeit im Klinikum Heidelberg würde den Einsatz mobiler Rechner nicht unbedingt notwendig machen (“Weil ich sehe, daß wir gut ausgestattet sind mit Feststationen und die Wege dorthin kurz sind.”; “Also die Wege sind zu kurz, um so ein mobiles Gerät zu rechtfertigen.”).

War die Funktionalität an den vorhandenen Klinischen Arbeitsplatzsystemen noch nicht verfügbar, so wurde häufig gewünscht, die Funktionalität zunächst stationär anzubieten (“Was ich gebrauchen könnte, wenn wirklich alle Patientendaten schnell online da wären. Wenn ich das auf meinem Rechner im Arztzimmer hätte, das würde mir reichen.”; “Ein stationäres Gerät kann das vereinfachen dem gegenüber, wie wir es bisher machen. Ein mobiles Gerät finde ich nicht so wichtig.”). Hierbei ist allerdings zu vermuten, daß der Wunsch nach einer mobilen Verfügbarkeit steigen würde, sobald die Funktionalität flächendeckend am klinischen Arbeitsplatzsystemen zur Verfügung steht.

Die erlebten technischen Probleme beim Einsatz der mobilen Geräte führte sicherlich häufig zu dem Wunsch, die neuen Funktionen lieber auf den bekannten stabilen Arbeitsplatzrechnern zur Verfügung zu haben.. Mobile Gerät müssen sich an diesen messen lassen (“Ich kann mit der Tastatur doch wesentlich komfortablere Eingaben machen als mit Stift.”; “Der Zugriff [auf medizinische Datenbanken] ist [nur] stationär sinnvoll, weil es einigermassen schnell ist, das ist wichtig.”; “Wenn die [Informationen] an einem festen Ort sicher und zuverlässig ankommen, genügt mir das, dann brauche ich kein mobiles Gerät.”; “Das Raussuchen [der letzten Laborwerte] wäre schon gut, wobei man sagen muß, daß man dafür ja wieder Zeit braucht.”).

Ergebnisse von anderen Berufsgruppen

Im Mittelpunkt der bisherigen Ergebnispräsentation stand die Berufsgruppe der Klinikärzte. Die Ergebnisse zu den anderen beteiligten Berufsgruppen (Pflegepersonal und Ambulanter Bereich) werden im folgenden kurz skizziert, da sie interessante Aufschlüsse über weitere Einsatzmöglichkeiten mobiler Geräte sowie über gemeinsame Informations- und Kommunikationsbedürfnisse, verglichen mit dem ärztlichen Personal, ermöglichen. Soweit Zahlen (n=...) angegeben sind, beziehen sich diese auf die Anzahl von Antworten im Fragebogen.

Pflegepersonal im Klinikum

Von den an der Simulationsstudie teilnehmenden 8 Pflegekräfte füllten 7 den Fragebogen aus. Abbildung 3-14 zeigt im Überblick ihre Antworten in Bezug auf Einsatzmöglichkeiten mobiler Geräte.

Sinnvolle Einsatzmöglichkeiten mobiler Computer sehen die befragten Pflegekräfte, ähnlich wie die Ärzte, damit in den Bereichen des elektronischen Formularwesens (Essensanforderung, Leistungsanforderung und Material- und Apothekenanforderung) sowie beim Zugriff auf Informationen zu den aktuell behandelten Patienten ("Zur Visite könnte man es [die Anordnungen], so wie man es bisher hinschreibt, auch im [mobilen] Computer eingeben, und dann kann es eigentlich schon automatisch weiter ausgearbeitet werden, ich muß mich nicht noch extra zur Ausarbeitung hinsetzen."); "Ich könnte das dann sofort [im mobilen Gerät] eintragen, z.B. Reparaturanforderungen."). Anders als die befragten Ärzte können sich die Pflegekräfte durchaus auch umfangreichere Dokumentationen (wie die Pflegedokumentation) mobil vorstellen. Im Vordergrund steht bei den Pflegekräften der Wunsch nach Vermeidung von Doppeldokumentation und geringeren Wegezeiten.

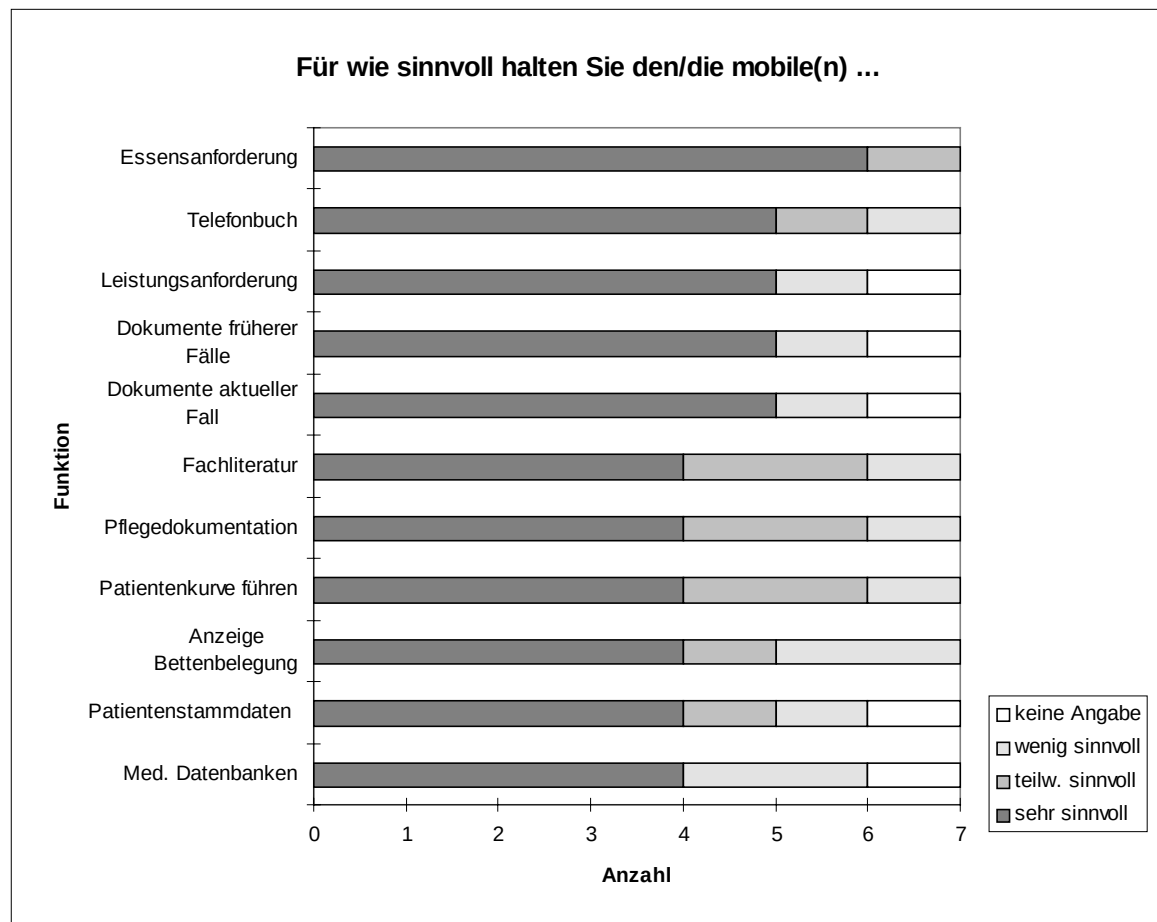


Abbildung 3-14: Antwort auf die Frage "Für wie sinnvoll halten Sie den/die mobile(n) ..." (n=7).

Die mobile Kommunikation hielten vier der befragten Pflegekräfte für nicht so wichtig. Sie halten sich überwiegend innerhalb des Stationsbereichs auf, der anscheinend ausreichende Möglichkeiten bietet, zu telefonieren und erreicht zu werden. Trotzdem gaben im Fragebogen sechs der Pflegepersonen an, ein Erreichbarkeitsmanagement für sinnvoll zu halten. Dies war so gemeint, daß die Ärzte ein mobiles Telefon mit Erreichbarkeitsmanagement bräuchten, damit die Pflegekräfte vom Telefondienst befreit werden ("Warum soll ich bei externen Anrufe dem Doktor hinterherlaufen. Das geht immer von meiner Zeit ab.").

Ein persönliches Gerät sahen die Pflegekräfte nicht als sinnvoll an - eher ein gemeinsames Stationsgerät ("Eben ein, zwei mobile Geräte auf Station und ein festes, wo einiges noch etwas größer darstellbar ist."); "Es immer mitzutragen durch alle Zimmer, dauernd erreichbar zu sein, finde ich eher hinderlich und unangenehm.").

Ambulanter Bereich

Sowohl die teilnehmenden niedergelassenen Hausärzte (n=2) als auch das befragte ambulante Pflegeteam (n=2) gaben als sinnvolle Einsatzgebiete mobiler Computer insbesondere den Hausbesuch an. Während in der Praxis bzw. im Büro des ambulanten Pflegedienstes benötigte Informationen über Patienten zur Verfügung stehen (Patientenakte, stationärer Computer), ist ein Informationszugriff bei Hausbesuchen eher schwierig, insbesondere wenn dieser unvorbereitet erfolgt und daher die Patientenkarte nicht vorhanden ist. Dies könnten mobile Computer unterstützen, indem sie die bekannten Informationen aller Patienten jederzeit zur Verfügung stellen. Hier ist nach Ansicht der Teilnehmer kein synchroner Zugriff notwendig, da sich die Patientendaten im ambulanten Bereich nicht so häufig ändern. Ein Andockstation zum Abgleich der Daten würde aus Sicht der Teilnehmer genügen.

Durch den Einsatz mobiler Geräte im Krankenhaus erhoffen sich die ambulanten Teilnehmer eine verbesserte Kommunikation mit dem stationären Bereich. So wurde die bessere Erreichbarkeit von Klinikärzten durch deren mobile Kommunikationsgeräte begrüßt. Insbesondere die Möglichkeit, bei Nichterreichbarkeit Textnachrichten zu hinterlassen, wurde als Erleichterung bei der Kommunikation angesehen. Der eigene Einsatz mobiler Kommunikationsgeräte erfolgte entweder bereits (ambulanter Pflegebereich) oder war geplant (Hausarzt). In diesem Zusammenhang wurde ein direkter Zugriff auf patientenbezogene Daten, Befunde und Arztbriefe der Klinik gefordert, da in diesem Bereich häufig Defizite bestünden (z.B. verspätete Arztbriefe bei Entlassungen).

3.2.6 Diskussion der Methodik und des Vorgehens

Im folgenden wird diskutiert, ob die Methode zur Erfüllung der Studienziele tauglich war, und in wieweit die Ergebnisse übertragbar sind auf andere Krankenhäuser. Die Frage, in wieweit subjektive Erfahrungen mit prototypischer Technik letztlich eine Basis für eine objektive Bewertung mobiler Geräte darstellen können, wird getrennt diskutiert.

Methodik der Simulationsstudie - Erfahrungen in Heidelberg

Die Methodik der Simulationsstudie wurde gewählt, um möglichst gefahrlos und unter Einsatz von Prototypentechnik praxisnahe Hinweise für den Einsatz mobiler Geräte zu gewinnen. Allgemein begrüßten viele Testpersonen diese Möglichkeit, schon vor Einführung neuer Technologie in spielerischer Art und Weise an deren Gestaltung mitwirken zu können. Explizit gaben dies z.B. 7 Teilnehmer bei der Frage "Was hat Ihnen bei der Studie am meisten gefallen" im Fragebogen an ("Gefallen hat mir der spielerische Umgang mit neuer Technik."; "Durch den Umgang mit den Sicherheitsfunktionen erhielt ich erstmals ein Gespür für die Problematik der Manipulierbarkeit elektronischer Information."; "Durch Ihre Studie ist man ja ein bißchen kritisch geworden, was da so [als elektronische Nachricht] kommt.").

Einige Testpersonen gaben an, daß die Arbeit mit echten Patientendaten statt mit 'Spieldaten' erheblich sinnvoller empfunden hätten ("Fehlender Praxisbezug"; "Die Spiel-Simulations-Situation war zu spielerisch, lieber Prüfung im kleinen Bereich, aber in Echtzeit."; "Es hat mehr an PC-Spiele erinnert als an die Wirklichkeit."). Für einen Feldtest mit echten Daten sind aber völlig andere Rahmenbedingungen, insbesondere stabilere Technik und eine ausgereifere Integration, notwendig. Dies hat auch ein Teilnehmer bestätigt: "In einer Wirklichkeit wäre [während der Simulationswoche] das Chaos ausgebrochen ...". Um Enttäuschungen zu vermeiden, muß die Methodik und die Ziele einer Simulationsstudie vor Studienbeginn ausführlich vermittelt werden. Bei der Heidelberger Simulationsstudie wurde es bei den Vorbesprechungen und Einweisungen mehrmals betont, trotzdem stiegen während der Studie 3 Teilnehmende aus. Vorteilhaft in dieser Simulationsstudie war, daß die Kommunikationsfunktionen durchaus "real"

während der normalen Arbeit genutzt werden konnten, was die Motivation der Teilnehmer, sich mit den anderen nur “simulierten” Funktionen zu beschäftigen, sicherlich steigerte.

Die Komplexität und Vielfalt der angebotenen Programme und der verwendeten Technik war so hoch, daß trotz vorheriger Einweisung kaum einer der Testbenutzer die volle Funktionalität von Anfang an voll nutzen konnte. Eine Reihe von Testpersonen (n=12) gab an, daß die Einlernphase zu kurz war und die erste Zeit der Studie vorwiegend dafür verwendet wurde, die auftretenden Probleme bei der Bedienung des Prototypen zu lösen. Der Vor-Ort-Support wurde insbesondere zu Beginn häufig in Anspruch genommen, er erwies sich damit als unersetzlich - zum einen konnte er Fragen zur Bedienung beantworten, zum anderen auftretende technische Probleme lösen. Eine ausführliche Einweisung ist insbesondere bei “neuartigen” Funktionen notwendig (wie z.B. der Handschriftenerkennung, welche verstanden und geübt werden muß) - ansonsten kommt es, wie in dieser Studie, zur Aussage, daß sie “nichts taugt”.

Dieser Lernaufwand ist bei jeder Studie zu berücksichtigen - die Teilnehmer haben normalerweise nicht viel Zeit, sich mit der neuen Technik beschäftigen, da sie während der Studie hauptsächlich ihrer normalen Arbeit nachgehen. Wenn die Schulung nicht frühzeitig und umfassend erfolgt, geht während der Studie viel Zeit verloren.

Außerdem ist insbesondere im klinischen Bereich auch kurzfristig noch eine hohe Fluktuation der geplanten Teilnehmer zu beobachten, was sich durch die sich auch kurzfristig ändernden Dienstpläne ergeben kann. Es sind genügend “Ersatzteilnehmer” vorzuhalten (die auch geschult werden müssen!), um Ausfällen schnell begegnen zu können.

Die zusätzliche Arbeitsbelastung der Testbenutzer durch die Technikhandhabung und durch die zusätzlich zu bearbeitenden simulierten Fälle führte zu einer starken Mehrbelastung der Teilnehmer (“Studie hat sehr viel mehr Zeit in Anspruch genommen, mehr als ich vorher gedacht habe.”; “Für mich war es schwierig, daß der ganze [Studien-]Ablauf irgendwie neben der normalen Arbeit hergelaufen ist.”; “Ich hatte nicht gedacht, daß das mich so anstrengt.”). Dies war nicht immer in diesem Umfang vorher erwartet worden. Eine intensive Aufklärung zu der in der “Spielsituation” auftretenden Mehraufwänden in der Vorbereitungszeit ist daher unumgänglich.

Die Studiendauer selber, mit einer Woche relativ kurz angesetzt, hätte wegen der hohen Belastung aller Teilnehmer nicht verlängert werden können, auch wenn dadurch der Grad der Technikbeherrschung verbessert und damit eine objektivere Beurteilung mobiler Geräte hätte erreicht werden können.

Der Personalaufwand auf Seiten der Organisatoren war sehr hoch. So waren 10 Wissenschaftler und etwa 25 Hilfskräfte im Einsatz. Die Vorbereitungszeit betrug etwa 1 Jahr. Aufwendig waren insbesondere die Bereitstellung der Prototypen, der Aufbau der benötigten technischen Infrastruktur, die Schulung, der Support vor Ort, die Organisation der Untersuchungen sowie die Planung der fiktiven Patientenfälle.

Die Auswahl der Teilnehmer konnte - wegen der Freiwilligkeit - nicht zufällig erfolgen. Es wurde versucht, auch dem Einsatz von mobilen Computern skeptisch gegenüberstehende Personen in die Studie aufzunehmen. Allerdings sind technikinteressierte Personen eher motiviert, an einer solchen Studie teilzunehmen - und eine Simulationsstudie kann wegen des Mehraufwandes für die Teilnehmer auch nur dann sinnvoll durchgeführt werden, wenn eine entsprechende Motivation vorhanden ist. Andererseits gab es durchaus skeptische Teilnehmer, deren Ansichten sehr wertvoll waren. So ist zu vermuten, daß die Auswahl der Teilnehmer nicht zu einer übermäßigen Verzerrung der Ergebnisse führte.

Die Erwartung, konkrete Bewertungen der angebotenen mobilen Technik und Gestaltungsvorschläge für zukünftige mobile Technik zu erhalten, hat sich aber - trotz aller genannten Einschränkungen - erfüllt. Die Teilnehmer waren überwiegend motiviert, sich mit der neuen Technik zu beschäftigen. So konnten in den Vor- und Nachinterviews viele Hinweise und Vorschläge ermittelt werden, welche ohne die Möglichkeit, einen Prototypen konkret in der Anwendung zu sehen, sicher nicht denkbar gewesen wären. Die Fragebögen zeigten klare Tendenzen und eine weitgehende Übereinstimmung der Teilnehmer in vielen Bereichen. Die Möglichkeit zur Freitexteingabe auf den Frage-

bögen wurde intensiv genutzt. Auch wurden viele konstruktive Vorschläge gemacht. Diese Aussagen hätten in diesem Umfang durch Laborstudien oder Befragungen sicher nicht erhoben werden können.

Es stellt sich aber dennoch die Frage der Übertragbarkeit - hier sollte wenigstens im ärztlichen Bereich durch die große Anzahl von teilnehmenden Ärzten aus verschiedenen Bereichen und Hierarchieebenen die Grundaussagen auf andere Krankenhäuser übertragbar sein. Dies gilt allerdings nur, wenn ein ähnlicher Ausstattungsgrad an Arbeitsplatzrechnern und damit ähnliche Vorkenntnisse und Rahmenbedingungen vorhanden sind, was in anderen Krankenhäusern der Maximalversorgung meistens der Fall sein dürfte. Die Ergebnisse aus dem ambulanten und dem Pflegebereich können sicherlich nur Schlaglichter werfen, wegen der geringen Teilnehmerzahl ist hier eine Verallgemeinerung wenig sinnvoll.

Anwendbarkeit und Verallgemeinerung der Ergebnisse

Während der Studie traten, bedingt durch die prototypische Realisierung und die Komplexität der eingesetzten Technik, Probleme wie Verbindungsabbrüche und langsame Reaktionszeiten auf. Diese erlebten Probleme dominierten die abendlichen Gruppengespräche und wurden in den später geführten intensiven Nachinterviews immer wieder thematisiert.

Ursache für diese Probleme lagen unter anderem in der Geschwindigkeit der nicht optimierten und teilweise instabilen prototypischen Entwicklung sowie in der geringen Datenübertragungsrate von GSM-Netzen. Gleichzeitig kam es wegen "Funkschatten" zu Verbindungsabbrüchen, was bei den nicht so fehlertoleranten Eigenentwicklungen auch zu Datenverlusten führen konnte. Die Notwendigkeit, zwei Geräte parallel zu bedienen, stieß auf Ablehnung. All diese Probleme waren schon im Vorfeld bekannt, konnten aber aus verschiedenen Gründen nicht alle behoben werden. So wurde das GSM-Netz genutzt, da nur dies eine klinikübergreifende Text- und Sprachkommunikation ermöglichte. Ein integriertes Handy-Newton-Gerät war technisch nicht vorhanden. Ein synchroner Zugriff auf die Patientendatenbank war bei der vorhandenen Entwicklungsumgebung und den geringen Datenübertragungsraten nicht möglich.

Die offene Frage ist nun, ob durch diese Probleme evtl. die Einsatzmöglichkeiten und der Nutzen mobiler Geräte tendenziell negativer beurteilt werden, ob also die direkt erlebte Technik die prinzipielle Einschätzung mobiler Geräte zu stark überlagert. Hier ist zum einen zu beobachten, daß die Aussagen in den Fragebögen durchaus für vielfältige Einsatzmöglichkeiten mobiler Geräte sprechen - hier waren die Teilnehmer also durchaus in der Lage, zwischen dem direkten Erleben und den generellen Einsatzmöglichkeiten unterscheiden. Eine typische Aussage lautete: "Das [Laden der Patientendaten] hat viel zu lange gedauert. Daher kann ich eigentlich zu den Möglichkeiten oder zum Nutzen kaum was sagen." - mobile Geräte werden also nicht generell wegen der erlebten Probleme abgelehnt. Oder: "Das ganze Konzept ist so, wie es technisch gelöst ist, noch viel zu unhandlich." - eine Verbesserung der technischen Realisierung wird gefordert, die Inhalte des Konzepts werden aber deswegen noch nicht abgelehnt.

Generell scheinen also die direkten Erfahrungen mit der konkreten Technik nicht direkt ausschlaggebend auf die allgemeine Einschätzung mobiler Technik zu sein. Trotzdem wäre es natürlich sicher günstiger gewesen, wenn die Technik weniger störanfällig gewesen wäre und die Teilnehmer noch mehr Erfahrungen hätten sammeln können.

Andererseits sind die aufgetretenen Probleme durchaus typisch für andere Projekte mit mobilen Computern. Wenn mobile Geräte nicht stabil, sicher, schnell und einfach funktionieren, stellt sich ihr Nutzen nicht ein, und sie werden nicht akzeptiert.

Diese Aspekte standen bei der Simulationsstudie nicht so im Vordergrund, da es mehr um die grundsätzliche Funktionalität mobiler Geräte ging - hier waren die Nutzer auf eine Prototypentechnik vorbereitet worden, durch die Spielsituation eher fehlertolerant und durch die Studiensituation gleichzeitig höher motiviert. Bei der letztendlichen Gestaltung der Technik und in späteren Feldstudien muß aber unbedingt auf diese Aspekte geachtet werden.

4 Konsequenzen für das Management von Krankenhausinformationssystemen

In diesem Kapitel wird aus den Ergebnissen der Evaluationen (vgl. Kapitel 3) und anderen Forschungsprojekten (vgl. Kapitel 2.5) ein Leitfaden für die Integration mobiler Informationswerkzeuge in heterogene Krankenhausinformationssysteme abgeleitet. Dieser wird anhand des Drei-Ebenen-Modells (vgl. Kapitel 2.1.2) unter Berücksichtigung der in Kapitel 2.1.5 erläuterten Integrationsaspekte strukturiert dargestellt.

Dieser Leitfaden kann beim strategischen und taktischen Management von Krankenhausinformationssystemen eingesetzt werden. Durch die in ihm enthaltenen Vorüberlegungen und Übersichten, kann er helfen sich in die Thematik der mobilen Informationswerkzeuge einzuarbeiten. Somit stellt er eine Basis für die grundsätzliche Entscheidung dar, ob in einem konkreten Krankenhaus in diese Technologie investiert werden soll. Bei verfahrensspezifischen Projekten im Rahmen des taktischen Managements von Krankenhausinformationssystemen geben vor allem die detaillierten Verfahrensbeschreibungen und die Übersichten zur Auswahl mobiler Geräte konkrete Entscheidungshilfen bzw. Handlungsanweisungen.

4.1 Vorüberlegungen

4.1.1 Situationen

Nicht immer ist die Benutzung eines mobilen Kleinstcomputers der Benutzung eines festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystems vorzuziehen. Diese Geräte sind in Bezug auf Präsentations- und Eingabemöglichkeiten insbesondere für das Ansehen und Erstellen umfangreicher, komplexer Dokumente den festinstallierten unterlegen. Bei den nachfolgend aufgelisteten und kurz beschriebenen Situationen können mobile Computer aber sehr nützlich sein und eventuell sogar erst das rechnerbasierte Realisieren bestimmter Verfahren ermöglichen. Die Reihenfolge der Situationen stellt keine Rangfolge dar. Bei einer detaillierten Modellierung von Arbeitsabläufen in einem Krankenhaus ergibt sich eventuell eine Verfeinerung dieser Situationen.

Am Krankenbett

Viele Daten werden direkt am Krankenbett erfaßt. Auf der pflegerischen Seite gehören dazu unter vielen anderen z.B. die Körpertemperatur, der Blutdruck und der Essenswunsch eines Patienten. Auch von Ärzten müssen Informationen aus Klinischen Untersuchungen und Gesprächen am Patientenbett festgehalten und Anordnungen geschrieben werden. Der Einsatz von (mobilen) Computern am Krankenbett ist noch immer umstritten. So stellte sich in den Interviews der Simulationsstudie heraus, daß einige Ärzte es prinzipiell ablehnen, am Krankenbett mit Computern zu arbeiten. [Hammer et al. 1995] berichtet im Zusammenhang mit der Evaluation eines Pen-Computers über eine Befragung von Patienten, bei der herausgefunden werden sollte, ob sich diese durch Dokumentationshilfen gestört fühlten. Es ergab sich, daß die wenigsten sich durch Papier und Bleistift gestört fühlten. Danach kommt der Einsatz eines Pen-Computers (vgl. Kapitel 2.5 bzw. [Hammer et al. 1995]).

Die Einstellung zu Computern kann sich sowohl bei den Ärzten als auch bei den Patienten verändern, durch die ständig wachsende Verbreitung von Computern im Alltag und in den Haushalten, die Popularität des Internets sowie durch die verstärkte Nutzung von Computern während des Studiums. So ist es gut möglich, daß auch das Unbehagen, einen Computer am Krankenbett zu nutzen, abnimmt. Unabdingbar ist dafür natürlich, daß sich der mobile Computer während des Patientengesprächs einfach und unauffällig bedienen läßt, und daß durch die Robustheit der darauf installierten Anwendungssysteme überzeugt.

Bereitschaftsdienst

Das zur Verfügungstellen von mobilen Telefonen ermöglicht den Bereitschaftsdiensthabenden mehr Bewegungsfreiheit. Im Vergleich zu Europiepsern haben diese den Vorteil, daß die Probleme sofort besprochen werden können. Dadurch wird eventuell wichtige Zeit eingespart. Zusätzliche Funktionen zur Informationsverarbeitung können ähnlich wie bei Dienstreisen den telefonischen Informationsaustausch verbessern. Eventuell kann so eine Fahrt zur Klinik vermieden werden. Der Bereitschaftsdienst wurde von den Teilnehmern der Simulationsstudie als wichtigste Situation angesehen (vgl. Kapitel 3.2).

Besprechungen

Mobile Geräte ermöglichen in Besprechungen einen schnellen Zugriff auf Informationen, auch wenn in dem Besprechungszimmer weder Literatur, noch Patientenakten, noch ein klinischer Arbeitsplatzrechner vorhanden sind. Dies kann z.B. beim Nachschlagen von aktuellen Befunden oder Nebenwirkungen eines Medikamentes Vorteile haben (vgl. z.B. [Strain et al. 1996]). Ein mobiler Computer kann während der Besprechung herumgereicht werden, so daß jeder die für ihn relevanten Informationen, z.B. Befunde seiner Patienten, nachschauen kann, ohne die Besprechung zu stören.

Denkbar ist, daß besprechungsbegleitend Daten mit einem mobilen Computer erhoben werden, sofern diese schnell genug in dafür vorgesehene digitale Formulare eingetragen werden können. Dies wurde z.B. im Rahmen der Komplikationskonferenz in der Neurochirurgischen Klinik des Universitätsklinikums Heidelberg angedacht und erprobt. Während die Ärzte gemeinsam Fälle mit Komplikationen diskutieren, werden qualitätssichernden Merkmale erfaßt. Diese werden normalerweise erst in Formulare eingetragen und dann (unter Umständen mit großer Zeitverzögerung) in eine Datenbank übertragen. Der für die Dokumentation verantwortliche Arzt versuchte die Daten mit Hilfe eines Notebooks direkt in der Besprechung zu erfassen. Der Versuch verlief unbefriedigend, weil zum einen die Eingabe nicht schnell genug ging, und zum anderen das Tippen mit der Tastatur und die 'Abschirmung' durch den Bildschirm störten. Ein flach auf dem Tisch liegender Pen-Computer und eine Optimierung der Eingabeoberflächen wären nötig.

Bedingt durch den bei allen mobilen Computern mehr oder weniger kleinen Bildschirm wird es selten möglich sein, daß alle an der Besprechung Beteiligten die Informationen gleichzeitig sehen können. Es müßte also eher eine Person darüber berichten. Ist es erforderlich, daß alle Besprechungsteilnehmer z.B. auf dem Computer Bilder betrachten, so empfiehlt es sich, zumindest große Bildschirme, wenn nicht sogar klinische Arbeitsplatzsysteme mit großen Monitoren in den Besprechungszimmern zu installieren. Verfügen die Besprechungsteilnehmer über persönliche mobile Informations- und Kommunikationswerkzeuge, so wird das Herumreichen überflüssig und jeder kann Informationen zum gerade Besprochenen auf seinem Gerät nachschauen. Persönliche Geräte bringen jedoch die Gefahr mit sich, daß gelangweilte Besprechungsteilnehmer sich anderen Aufgaben widmen, wie z.B. dem Lesen und Beantworten von elektronischen Nachrichten. Solches Verhalten kann die Effizienz von Besprechungen mindern.

Dienstreisen

Insbesondere Ärzte, die auf Kongressen vortragen und viel unterwegs sind, wissen mobile Computer zu schätzen. Sofern moderne Beamer-Präsentationen direkt vom Computer aus möglich sind oder Folien bzw. Dias vor Ort kurzfristig erstellt werden können, ermöglichen mobile Computer, Präsentationsunterlagen noch kurzfristig z.B. während der Anreise fertigzustellen bzw. umzustellen. Desweiteren kann es für Kollegen des Dienstreisenden sehr hilfreich sein, mit diesem schwierige Fälle zu diskutieren. Ist der dienstreisende Arzt mit einem an das Internet anschließbaren mobilen Computer ausgestattet, können Anwendungssysteme aus dem Bereich der Telemedizin benutzt werden, um gesprächsbegleitend Informationen zu dem Fall auszutauschen. Bereits diese beiden Beispiele zeigen, daß die Anforderungen an das mobile Gerät des Dienstreisenden relativ hoch sind. Er wird für diese Zwecke eher ein leistungsfähiges Notebook als einen PDA benötigen. Doch auch ein mit dem Zugang zur Elektronischen Post, Kalender, Adressen, Reiseinformationen, etc. ausgestatteter PDA kann einem reisenden Arzt bereits eine Hilfe sein.

Nachtdienst, Wochenenddienst

Bei diesen Diensten ergeben sich für die diensthabenden ÄrztInnen, Krankenschwestern und Krankenpfleger bei dem Zugriff auf Informationen oftmals gleich mehrere Probleme. Zum einen sind Akten gerade von kurzfristig eingelieferten Patienten oft nicht verfügbar, da das Archiv geschlossen ist. Darüber hinaus sind sie unter Umständen auch auf Stationen tätig, wo sie ansonsten nicht arbeiten und keine Zugangsberechtigung zu deren festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystemen besitzen. Oft befindet sich in den Bereitschaftszimmern kein Computer. Ein mobiler Computer, mit dem der Zugriff auf alle relevanten Informationen möglich ist, könnte die Arbeit erleichtern. Gegenüber der Benutzung verschiedener festinstallierter Klinischer Arbeitsplatzsysteme auf den unterschiedlichen Stationen, hätte das mobile Gerät zusätzlich die Vorteile, daß der Benutzer sich nicht wiederholt (meist unter Verwendung unterschiedlicher Paßwörter) einloggen muß.

‘Entzerrung’ im Stationszimmer

Formulare wie z.B. Übergabelisten oder Leistungsanforderungen werden in der Regel handschriftlich im Stationszimmer ausgefüllt. Werden solche Formulare durch rechnerbasierte Anwendungssysteme ersetzt, so müssen sie an Klinischen Arbeitsplatzsystemen ausgefüllt werden. Dies kann eventuell zu Kapazitätsproblemen führen und die Arbeitsatmosphäre im Stationszimmer negativ beeinflussen. Durch Raumenge und Platzmangel wird es selten möglich sein, mehrere Klinische Arbeitsplatzsysteme in einem Stationszimmer aufzustellen. Die Verwendung von kleineren mobilen Geräten bietet hier Lösungsmöglichkeiten.

Pausen

Manchmal werden Pausen verwendet, um medizinisches bzw. pflegerisches Wissen nachzuschlagen oder in einer Fachzeitschrift zu blättern. Mobile Kleinstcomputer, mit denen der Zugriff auf elektronisches Wissen möglich ist, bieten die Möglichkeit, die modernen Medien genauso zu benutzen wie die herkömmlichen. Über Funk in das Krankenhausinformationssystem integriert, bieten sie zusätzlich die Möglichkeit, eine Pause im Freien zu ‘nutzen’. Bei all den Vorteilen des mobilen Gerätes muß natürlich beachtet werden, daß durch das Nutzen der Pausen der Grad der Erholung vermindert wird. Dieses Problem muß jeder Benutzer selber lösen, eventuell durch bewußtes Weglegen eines persönlichen mobilen Gerätes. Der in der Simulationsstudie erprobte Erreichbarkeitsmanager (vgl. Kapitel 3.2) kann darüber hinaus dabei unterstützen, daß ÄrztInnen bzw. Pflegekräfte in Pausenzeiten nur durch sehr dringende Anrufe gestört werden können.

Visite

Mobile Geräte können bei der Visite einen schnellen Zugriff auf aktuelle Patientendaten sowie auf medizinisches Wissen ermöglichen. Zusätzlich bieten sie die Möglichkeit, diagnostische und therapeutische Anordnungen sofort zu dokumentieren. Selbst wenn Ärzten die Benutzung eines Computers im Patientengespräch unangenehm ist, kann eine Person, die sonst im Hintergrund handschriftliche Notizen gemacht hat, Daten per Computer erfassen. Dies wird in der Regel bei Oberarzt oder Chefarztvisiten der Fall sein, da hier im Gegensatz zu einfachen Visiten mehrere Ärzte den Patient besuchen.

Soll die Nutzung von Computern in Patientenzimmern vermieden werden, so besteht die Möglichkeit, vor Betreten des Zimmers und nach Verlassen des Zimmers aktuelle Informationen nachzuschauen oder Dokumentationen durchzuführen. [Lombardo et al. 1997] berichtet über positive Erfahrungen beim Mitführen von auf Stationswägen installierten Notebooks.

In der Regel bleibt für die Visite nur wenig Zeit, in der viele Patienten besucht werden müssen. Es ist daher sehr wichtig, daß die Verwendung eines Computers höchstens genauso viel Zeit in Anspruch nimmt wie das Benutzen der konventionellen Werkzeuge.

Weg- und Wartezeiten

Mobile Geräte können helfen, Weg - und Wartezeiten zu nutzen, um z.B. digitale Informationen zu lesen und Nachrichten abzuarbeiten. Beispiele für solche Wegzeiten wären Zug- bzw. Straßenbahnfahrten zum Krankenhaus oder zwischen einzelnen Kliniken, Krankenwagenfahrten, im Fahrstuhl. Beispiele für Wartezeiten wären das Warten auf ein Verkehrsmittel oder den Fahrstuhl, und bei Besprechungen Zeiten, bis alle Besprechungsteilnehmer eingetroffen sind.

Grundsätzlich ist zu bedenken, daß diese Zeiten nur kurze Dauer haben. Daher muß bei der Gestaltung der mobilen Kleinstcomputer darauf geachtet werden, daß das System keine langen 'Bootzeiten' benötigt und ggf. im Stehen bedient werden kann. Im Laufen selber ist die Nutzung mobiler Geräte kaum sinnvoll. Hier ist sicherlich wichtiger, daß man den mobilen Kleinstcomputer einfach mitnehmen und überall benutzen kann.

Bei Aufhalten außerhalb des Krankenhauses kann es Probleme mit der Einbindung in das Krankenhausinformationssystem geben. Je nach Häufigkeit der Benutzung und Dringlichkeit muß entweder dafür gesorgt werden, daß der Zugriff auf relevante krankenhausinterne Informationen über WAN-Komponenten realisiert wird oder daß mit dem mobilen Gerät autonom, d.h. ohne Netzanbindung, gearbeitet werden kann (vgl. Kapitel 4.4).

4.1.2 Personen / Berufsgruppen

Nicht für alle der vielen unterschiedlichen Berufsgruppen in einem Krankenhaus ist der Einsatz eines mobilen Kleinstcomputers notwendig. Personen, die überwiegend in einem Büro arbeiten, sind durch ein im Büro installiertes Klinisches Arbeitsplatzsystem und ihr Telefon ausreichend mit Kommunikations- und Informationswerkzeugen ausgestattet. Zu diesen Personen gehören z.B. Verwaltungsangestellte, Sekretärinnen, und in der Patientenaufnahme Beschäftigte. Für bestimmte Ärzte, Pfleger, Therapeuten aber auch Lagermitarbeiter in Material- und Medikamentenlagern kann die Nutzung mobiler Computer nützlich sein. Dies hängt neben der vorhandenen Infrastruktur zur Informationsverarbeitung auch von örtlichen Gegebenheiten wie z.B. der Raumverteilung und persönlichen Arbeitsweisen ab.

ÄrztInnen

Der Grad der Mobilität von Ärzten unterscheidet sich. So sind Ärzte, die in Funktionsbereichen wie z.B. einem Labor arbeiten, wesentlich weniger unterwegs als Ärzte die auf Stationen arbeiten.

Anästhesisten, die zwecks Operationsvorbereitung Patienten aufsuchen, sind meist für Patienten vieler Stationen zuständig und daher prädestiniert für die Benutzung mobiler Kleinstcomputer. Gleiches gilt natürlich für alle Ärzte die vor Operationen stationsübergreifend Voruntersuchungen und Patientenaufklärungen am Krankenbett durchführen.

Im Konsildienst wird gewöhnlich ein Kollege einer anderen Fachabteilung zur Begutachtung eines Patienten hinzugezogen. Für Ärzte, die Konsile am Patientenbett und außerhalb der eigenen Spezialabteilung durchführen, kann die Nutzung mobiler Computer besonders wertvoll sein.

In diagnostischen und therapeutischen Funktionsbereichen ist das Bedürfnis an patientenspezifischer Information sehr hoch. Patienten werden mit einem expliziten Behandlungsauftrag an die entsprechenden Abteilungen überwiesen. Der hier tätige Arzt muß die Indikation sowie die Kontraindikationen für jeden einzelnen Patienten überprüfen und führt dann die entsprechende Untersuchung durch. So ist z.B. im Herzkatheterlabor neben der entsprechenden Aufklärung über diese Untersuchung auch die somatische Möglichkeit zur Herzkatheteruntersuchung anhand von Infektparametern, der Nierenfunktion, vorab bekannten Allergiekonstellationen oder zugrunde liegender Vorerkrankungen (wie z.B. Schilddrüsenerkrankungen), eine generelle Risikoabwägung bei dieser invasiven Untersuchung durchzuführen. Für die eigentliche Befunderstellung in diesen Funktionsbereichen spielt die mobile Bearbeitung eine untergeordnete Rolle, da Leistungserbringung und Befundung in der Regel an festem Ort erfolgt.

Im Ambulanzdienst werden einerseits fachspezifische Untersuchungen für andere Kliniken (z.B. Operabilität aus kardiologischer Sicht) durchgeführt. Andererseits erfolgt hier auch eine spezifische Stellungnahme für niedergelassene Kollegen, die Patienten zur Kontrolle in die Kliniken überweisen. Beiden Aufgabenbereichen gemeinsam ist, daß die Patienten gewöhnlich mit einem Minimum an Informationen vorgestellt werden. Gleichzeitig ist es für den in der Ambulanz arbeitenden Arzt nahezu unmöglich, alle Patienten zu 'kennen', da erstens der Kontakt wesentlich kürzer und zweitens der Patientendurchsatz wesentlich höher ist als auf Station. In den Ambulanzen gibt es oft mehrere Behandlungszimmer, so daß wir diese als gutes Einsatzgebiet mobiler Kleinstcomputer ansahen. In der in Kapitel 3.1 beschriebenen Studie zeigte sich dagegen, daß die befragten Ärzte die Installation von Klinischen Arbeitsplatzsystemen in allen Behandlungszimmern vorziehen würden.

Krankenschwestern und -pfleger

Bei der Patientenversorgung durch eine Klinik nimmt das Pflegepersonal eine Schlüsselstellung ein. Die Schwestern bzw. Pfleger sind meist erste Ansprechpartner für Patienten und wichtigste Kontaktperson während des stationären Aufenthalts. Darüber hinaus besteht, da Pflege u.a. eine ärztliche Assistenz Tätigkeit ist, eine enge Verknüpfung zum ärztlichen Dienst. Der Pflegeprozeß, d.h. Bestimmung von Pflegeproblemen aus der gegenwärtigen Situation des Patienten, Ableitung von Pflegezielen und erforderlichen Pflegemaßnahmen, die Durchführung dieser Maßnahmen und schließlich die Evaluation des Erfolgs, ist in jeder Phase mit umfangreichen Dokumentationstätigkeiten verbunden. Da die Trennung zu den Tätigkeiten der Ärzte nur unscharf ist, werden von Pflegekräften auch Sachverhalte dokumentiert, die im Zusammenhang mit medizinischer Diagnostik und Therapie stehen.

Ein weiterer Schwerpunkt der pflegerischen Tätigkeiten ist im Bereich der Stationsorganisation zu sehen. Dazu gehört neben anderem die Dienstplangestaltung, Essens-, Material-, Medikamentenbestellung, Reparaturanforderungen, Organisation der Einweisung neuer Mitarbeiter, Geräteeinweisung nach den Richtlinien des Gesetzgebers, Entscheidung über Neuanschaffungen und Planung, Durchführung und Bewertung qualitätssichernder Projekte.

Im multiprofessionellen Team der an der Patientenversorgung Beteiligten kommt der Pflege eine koordinierende Funktion im steigenden Maße zu. Beispiele für koordinierende Tätigkeiten sind die Festlegung einer sinnvollen Reihenfolge von diagnostischen Maßnahmen, die Sicherstellung eines auf die Bedürfnisse des Patienten ausgerichteten Tagesablaufs, Mitentscheidung bei der Frage der Bettenbelegung zusammen mit dem Arzt. Keine dieser Tätigkeiten ist ohne umfangreiche Informationsbeschaffung und unmittelbare Dokumentation denkbar.

Das reibungslose Funktionieren der Koordination ist im starkem Maße abhängig von der Bereitstellung der für die Entscheidungen erforderlichen Informationen. Da die Pflegekräfte neben der Koordinationstätigkeit mit der unmittelbaren Patientenversorgung befaßt sind, muß der Einsatz mobiler Computer für zukünftig rechnerbasiert realisierte Verfahren der Pflegedokumentation unbedingt in Erwägung gezogen werden.

Eine hervorragende Eignung mobiler Computer als Dokumentationswerkzeuge für ambulante Pflegedienste ist offensichtlich. Bei Kompatibilität der rechnerbasierten Pflegedokumentation im stationären und ambulanten Bereich liegt eine verbesserte Kontinuität der pflegerischen Versorgung auf der Hand.

TherapeutInnen

Therapeuten, die ans Patientenbett kommen, wie z.B. Krankengymnasten, betreuen in der Regel Patienten mehrerer Stationen. Eine in einem mobilen Kleinstcomputer gespeicherte Liste aller zu behandelnden Patienten mit deren Diagnosen und Therapieplan kann die Arbeitsorganisation erleichtern.

Hebammen

Hebammen dokumentieren geburtsbegleitend durchgeführte Maßnahmen und eventuelle Komplikationen mit der Angabe von Datum und Uhrzeit. Bei ambulanten Geburten und verkürzten Krankenhausaufenthalten nach einer

stationären Geburt können Mütter zu Hause von den Hebammen weiter betreut werden. In beiden Situationen kann ein mobiler Computer praktisch sein.

PatientInnen

Innerhalb eines Klinikums ist die Nutzung von mobilen Kleinstcomputer zur Patienteninformation bei bettlägerigen Patienten denkbar. Wie in Kapitel 2.5 beschrieben, ist es möglich, Patienten mit Hilfe von solchen Geräten Fragebögen selbst ausfüllen zu lassen. Ein weiteres Anwendungsgebiet liegt bei der ambulanten Nachsorge oder Weiterbetreuung. Hier seien nur zwei Beispiele genannt. Schmerzpatienten, denen über eine implantierte Minipumpe Schmerzmittel genau dosiert verabreicht werden. Die Minipumpe wird in Schmerzzentren per Computer eingestellt. Würde der Patient zusätzlich zur Pumpe mit einem mobilen Kleinstcomputer ausgestattet, könnten eventuell notwendige Nacheinstellungen der Pumpe auch per Telekonsultation erledigt werden. Damit ist nicht unbedingt gemeint, daß der Patient selber die Pumpe per Computer verstellt, sondern daß der Computer mit der Pumpe und über Modem mit dem behandelnden Schmerzspezialisten verbunden wird und dieser dann aus der Ferne die Einstellungen vornehmen kann. Dadurch ließen sich die teilweise weiten Wege in das Schmerzzentrum sparen. Auch Diabetes-Patienten kann durch das Verwenden eines mobilen Diätassistenten bei der Einhaltung ihrer Diät und der Dosierung ihrer Insulingaben geholfen werden.

LagermitarbeiterInnen

Nicht nur bei der Inventur der Material- und Medikamentenlager können mobile Kleinstcomputer die Lagermitarbeiter unterstützen. Auch beim Kommissionieren unterstützen mobile Kleinstcomputer, die mit einem Barcodescanner ausgestattet sind, das direkte Verbuchen der aus dem Lager entnommenen Materialien bzw. Medikamente. So ist es möglich die Materialwirtschaft effizienter und zeitnäher zu erledigen.

Da LagermitarbeiterInnen nicht direkt an der Patientenbehandlung beteiligt sind, werden sie in den weiteren Betrachtungen nicht weiter berücksichtigt.

4.1.3 Geräteverteilung

In den beiden vorigen Kapiteln wurde erläutert, welche Personen in welchen Situationen mobile Kleinstcomputer benötigen. Für Überlegungen, mit welcher Funktionalität welche Geräte ausgestattet sein müssen, ist es außerdem notwendig zu unterscheiden, ob

- der mobile Kleinstcomputer als persönlicher Assistent von genau einer Person genutzt und immer mitgeführt wird, oder
- ob er von mehreren Personen zur Erfüllung von speziellen Aufgaben verwendet wird.

Die Geräteverteilung hängt zusätzlich von organisatorischen Strukturen, Arbeitsabläufen und von persönlichen Vorlieben ab. Eine wesentliche Rolle spielen dabei finanzielle Aspekte. Die mobilen Computer müssen wie alle anderen Rechnersysteme gekauft, installiert und gewartet werden, was mit steigender Anzahl zu nicht unerheblichen Kosten und Personalaufwand führt.

In den beiden in Kapitel 4 beschriebenen Studien hat sich gezeigt, daß man sich im ärztlichen und pflegerischen Bereich an der Verteilung der Piepser orientieren kann. Die Studienteilnehmer der in Kapitel 3.1 beschriebenen Pen-Computer Studie schätzten, daß man für den pflegerischen Bereich ungefähr 2-3 Geräte pro Station und für mobile Ärzte persönliche Geräte braucht. Dies ist am Universitätsklinikum Heidelberg analog zur Verteilung der Piepser. In der Regel hat jeder Arzt einen Piepser und zusätzlich gibt es auf Station einen Piepser für spezielle Dienste wie z.B. Nachtdienst oder Stationsdienst.

Die genaue Anzahl richtet sich meines Erachtens in der Pflege nach der Pflegeform. Es sind Bereichspflege und Funktionspflege zu unterscheiden. Bei der Bereichspflege ist eine Station in Bereiche eingeteilt. Die einzelnen Kran-

kenschwestern und -pfleger sind einem der Bereiche zugeordnet. Innerhalb ihres Bereichs betreut eine Krankenschwester 'ihre' Patienten ganz, führt also alle Tätigkeiten durch. Man nennt diese Form auch patienten-orientierte Pflege. Bei der Funktionspflege wird stationsorientiert gearbeitet. Dabei ist eine Pflegeperson für bestimmte Tätigkeiten, wie z.B. das Fiebermessen oder Essensbestellen eingeteilt und führt diese Tätigkeit bei allen Patienten der Station durch. Heutzutage wird, sofern es die Personallage zuläßt, bevorzugt in der personalintensiveren aber arbeits- und patientenfreundlicheren Form der Bereichspflege gearbeitet. Es ist offensichtlich, daß sich die Anzahl der Geräte bei Bereichspflege an der Anzahl der Bereiche orientieren muß. Eine zu geringe Anzahl erhöht den Koordinationsaufwand, senkt die Effizienz des Arbeitsprozesses und läßt die Unzufriedenheit mit der Technik steigen. In der Funktionspflege reicht unter Umständen sogar ein Gerät, sofern es beispielsweise lediglich für das Bestellen von Essen oder Material verwendet werden soll. Tabelle 4-1 dient als eine Übersicht zur Geräteverteilung in der Pflege. Das vorgesehene Ersatzgerät oder Zusatzgerät im Stationszimmer wird insbesondere dann wichtig, wenn viele Verfahren auf dem mobilen Gerät realisiert sind. Der Bedarf an persönlichen, stets mitgeführten Geräten scheint derzeit nicht zu bestehen. Bedingt durch persönliche Vorlieben bzw. besonderes Interesse für Computer kann sich natürlich ergeben, daß auch Personen in der Pflege sich persönliche Geräte wünschen.

	Bereichspflege	Funktionspflege
Geräteart	nicht-persönlich	nicht-persönlich
Grundzahl	1 je Bereich	1 je parallel rechnerunterstützt ausgeführter Funktionen
Zusatzgerät im Stationszimmer (Ersatzgerät)	1	1
maximale Anzahl	richtet sich nach der Anzahl gleichzeitig auf der Station arbeitenden Personen	

Tabelle 4-1: Anzahl mobiler Computer pro Station in der Pflege.

Bei der Geräteverteilung für ÄrztInnen muß differenzierter unterschieden werden. In Kapitel 4.1 wird deutlich, daß primär Ärzte, die auf Station arbeiten, Konsile am Patientenbett durchführen und/oder Operationen mit Patienten vorbereiten, durch den Einsatz mobiler Kleinstcomputer unterstützt werden sollten. Durch die Kopplung der Funktionalität zur Kommunikation und Informationsverarbeitung erschien es bis zur Simulationsstudie immer naheliegend, die Geräte für Ärzte als persönliche Geräte aufzufassen, die den Piepser ablösen. Die Ergebnisse der Simulationsstudie zeigen jedoch, daß sich viele Ärzte mit einem mobilen persönlichen Gerät zur direkten und indirekten Kommunikation und dem Klinischen Arbeitsplatzsystem in ihrem Arztzimmer ausreichend ausgestattet fühlen. Es ist festzustellen, daß die Vergabe der persönlichen Geräte an Ärzte durch die Kommunikationsfunktionalität (z.B. Telefonieren, Empfang von Notrufen) bedingt ist. Sofern man diese anders, z.B. durch die Vergabe von im Funktionsumfang erweiterten mobilen Telefonen, realisiert, können auch einzelne mobile Geräte, Ärzte allen obengenannten Situationen außer den Weg- und Wartezeiten unterstützen. Von diesen müssen Fahrten im Krankenwagen ausgenommen werden, da es hier möglich ist ein funktionsgebundenes Gerät einzusetzen (vgl. [Ellinger et al. 1997]). Die benötigte Anzahl läßt sich nicht so einfach berechnen wie bei dem Pflegepersonal, da diese stark von der auf dem mobilen Gerät angebotenen Funktionalität, dem Vorhandensein von mit Klinischen Arbeitsplatzsystemen ausgestatteten Arztzimmern und der Organisation auf der Station abhängt. Es ist zu erwarten, daß Ärzte mit Hinweis auf die Sicherstellung ihrer Pflicht zur Verschwiegenheit auf persönliche Geräte drängen werden.

In der Regel gehen Therapeuten zu einer bestimmten Anzahl von Patienten auf Station. Daher müßte es reichen in der Therapieabteilung, beispielsweise der Krankengymnastik, so viele Geräte bereitzustellen, daß alle gleichzeitig auf Station arbeitenden Therapeuten eines mitnehmen können. In kleinen Abteilungen wird man daher mit 1 bis maximal 2 Geräten auskommen.

Wenn Hebammen auch eine ambulante Geburtsbegleitung und Nachsorge durchführen, sind persönliche Geräte nützlich. Ansonsten könnten in den Kreissälen festinstallierte Klinische Arbeitsplatzsysteme die geburtsbegleitende Dokumentation unterstützen.

4.2 Integration auf der Verfahrensebene

4.2.1 Sammlung und Klassierung der Verfahren

Mit Hilfe von Verfahren ist es möglich funktionale Anforderungen an ein Krankenhausinformationssystem zu modellieren. Verfahren, deren Verfahrenszugänge mobil verfügbar sein sollten, wurden durch die beiden in Kapitel 3 beschriebenen Studien, Gesprächen mit Ärzten, Pflegeern, Hebammen und Krankengymnasten und durch Literatur gefunden. Eine Übersicht dieser Verfahren findet sich in Tabelle 4.2. In “()” dargestellte Verfahren sollten höchstens auf Notebooks z.B. zur Verwendung bei Dienstreisen realisiert sein. Es ist nicht notwendig, diese Verfahren auf mobilen Kleinstcomputern wie PDAs, oder Pen-Computern zu realisieren. Diese Verfahren werden daher im weiteren nicht näher erläutert.

patientenbezogene Verfahren	nicht patientenbezogene Verfahren
Einsicht in die elektronische Patientenakte Zugriff auf - Patientenstamm- und Falldaten - aktuelle Befunde - eine Behandlungsübersicht - alle Dokumente der aktuellen Behandlung - Arztbriefe früherer Fälle - gezielt ausgewählte Dokumente Patientendatenverwaltung Patientennotaufnahme Patientenverlegung, Patientenentlassung Klinische Dokumentation Diagnosendokumentation Anordnungsdokumentation Pflegedokumentation Verlaufsnotizen Anästhesie-Vorbereitung Patientenbefragung Leistungsdokumentation Befundung Erfassung von Forschungsdaten [Arztbriefschreibung] andere patientenbezogene Dokumentation Kooperation mit Leistungserbringern Anforderung von Leistungen Terminvereinbarung Übersicht über angeforderte Leistungen Essensplanung- und bestellung Patienteninformation	interpersonelle Kommunikation Telefonieren Empfang von Notrufen Austausch von Sprach- und Textnachrichten Einstellung der persönlichen Erreichbarkeit externer Informationsaustausch betriebsteilbezogene Funktionen Anforderung von Medikamenten Anforderung von Material Reparaturanforderung Erstellung von Übergabelisten Belegungsübersicht Zugriff auf Wissen Zugriff auf Medikamentenlisten Zugriff auf hausinterne Informationen Nutzung von fachspez. Kurzreferenzen Zugriff auf allgemeine Informationen (Nutzung von Literaturdatenbanken) (Nutzung des Internets) sonstige Werkzeuge zur Informationsverarbeitung Notizblock Kalender Uhr, Wecker, Stoppuhr [medizinischer] Taschenrechner (Textverarbeitung) (Tabellenkalkulation) (Grafik) (Präsentationserstellung)

Tabelle 4-2: Verfahren, deren Verfahrenszugänge mobil realisiert sein sollten. In () dargestellte Verfahren müssen nicht auf mobilen Kleinstcomputern evtl. aber auf Notebooks realisiert sein, z.B. zur Verwendung bei Dienstreisen.

Vergleicht man diese Tabelle mit Tabelle 2.2, die funktionale Anforderungen an ein Klinisches Arbeitsplatzsystem zusammenfaßt, so sind große Ähnlichkeiten insbesondere bei den patientenbezogenen Verfahren feststellbar. Es konnte jedoch kein Verfahren gefunden werden, das nur mobil werden sollte. Lediglich die Verfahren ‘Patienteninformation’ und ‘Patientenbefragung’ würden auf dem gleichen mobilen Gerät realisiert, das funktionsgebunden von Ärzten und/oder Schwestern genutzt wird, während sie bei Festinstallationen eher auf dedizierten Rechnersystemen realisiert werden müßten, die z.B. auf dem Gang oder in Aufenthaltsräumen aufgestellt sein würden. Eine Mitbenutzung der Klinischen Arbeitsplatzsysteme durch Patienten in Stationszimmern ist nicht denkbar.

Die Sortierung der Verfahren spiegelt bei den nicht-patientenbezogenen Verfahren die Wichtigkeit ihrer mobilen Realisation dar. Dies gilt in Bezug auf die Reihenfolge der Verfahren, aber auch innerhalb eines Verfahrens für dessen Teilverfahren. Bei den patientenbezogenen Verfahren kann eine solche Reihenfolge nicht so leicht aufgestellt werden. Die Verfahren 'Einsicht in die Elektronische Patientenakte', 'Patientennotaufnahme', 'Klinische Dokumentation' und 'Kooperation mit den Leistungserbringern' sind vergleichbar wichtig. Die Reihenfolge der Teilverfahren der Verfahren 'Einsicht in die Elektronische Patientenakte' und 'Klinische Dokumentation' spiegelt ebenfalls die Wichtigkeit ihrer mobilen Realisierung wieder.

Wichtig heißt in diesem Zusammenhang, daß im Rahmen des taktischen Managements bei verfahrensspezifischen Projekten dieser Verfahren der Einsatz mobiler Informations- und Kommunikationsgeräten unbedingt bedacht werden sollte. Bei einer stufenweisen Integration sollte mit diesen Verfahren begonnen werden. Eine Sonderrolle spielt dabei die interpersonelle Kommunikation, da die mobile Realisierung besonders wichtig ist, aber extrem hohe Anforderungen an die Miniaturisierung der Kleinstcomputer stellt und zusätzlich im ärztlichen Bereich die Verschiebung bei der Geräteverteilung von funktionsbezogenen zu persönlichen Geräten erzwingt. Diese Bewertung ist in Tabelle 4-3 durch die Schattierung der Verfahren dargestellt.

patientenbezogene Verfahren		nicht patientenbezogene Verfahren	
Einsicht in die elektronische Patientenakte	*	interpersonelle Kommunikation	**
Zugriff auf	**	Telefonieren	**
- Patientenstamm- und Falldaten	**	Empfang von Notrufen	**
- aktuelle Befunde	**	Austausch von Sprach- u. Textnachrichten	**
- der Behandlungsübersicht	*	Einstellung der persönlichen Erreichbarkeit	**
- alle Dokumente der akt. Behandlung	+	externer Informationsaustausch	+
- Arztbriefe früherer Fälle	+	betriebsbezogene Funktionen	*
- gezielt ausgewählte Dokumente	+	Anforderung von Medikamenten	**
Patientendatenverwaltung	*	Anforderung von Material	**
Patientennotaufnahme	**	Reparaturanforderung	+
Patientenverlegung, Patientenentlassung	+	Erstellung von Übergabelisten	+
Klinische Dokumentation	*	Belegungsübersicht	*
Diagnosendokumentation	**	Zugriff auf Wissen	**
Pflegedokumentation	**	Zugriff auf Medikamentenlisten	*
Anordnungen dokumentieren	*	Zugriff auf hausinterne Informationen	*
Anästhesie Vorbereitung	*	Nutzung von fachspez. Kurzreferenzen	+
Anamnese Dokumentation	*	Zugriff auf allgemeine Informationen	?
Patientenbefragung	*	(Nutzung von Literaturdatenbanken)	-
Leistungsdokumentation	*	(Nutzung des Internets)	+
Verlaufsnotizen	+	sonst. Werkzeuge zur Informationsverarbeitung	*
Befund Dokumentation	?	Notizblock	*
Erfassung von Forschungsdaten	?	Uhr, Wecker, Stoppuhr	+
[Arztbriefschreibung]	?	Kalender	+
andere patientenbezogene Dokumentation	?	[medizinischer] Taschenrechner	-
Kooperation mit Leistungserbringern	**	(Textverarbeitung)	-
Anforderung von Leistungen	**	(Tabellenkalkulation)	-
Terminvereinbarung	**	(Grafik)	-
Übersicht über angeforderte Leistungen	**	(Präsentationserstellung)	
Essensplanung- und bestellung	**		
Patienteninformierung	*		

Tabelle 4-3: Verfahren, die auch mobil abboten werden sollten, bewertet: ** sehr wichtig, zentrale Funktion, * wichtig, + von Vorteil, ? fraglich bzw. im speziellen zu entscheiden, - nur auf Notebooks benötigt.

Beispielprofile

Folgende Tabellen fassen die von unterschiedlichen Personen benötigten Verfahren zusammen. Sind bei einem Verfahren die Teilverfahren nicht aufgelistet, so bedeutet dies, daß alle Teilverfahren relevant sind. Dabei gilt die gleiche Bewertung wie in Tabelle 4-3 angegeben. Es ist offensichtlich, daß sich diese Profile nur im Detail unterscheiden. Eine Kombination der interpersonellen Kommunikation mit informationsverarbeitenden Verfahren findet bei den persönlichen Geräten für Ärzte und Hebammen sowie bei den persönlichen und funktionsgebundenen Geräten von Therapeuten statt. Die mobile Unterstützung seiner interpersonellen Kommunikation benötigt der Therapeut, wenn er seine Abteilung verläßt. Ist eine solche Unterstützung vorhanden, so bleibt er für Absprachen und Rückfragen erreichbar, auch wenn dem Anrufer sein genauer Aufenthaltsort unbekannt ist.

Profil persönliches Gerät für Arzt im Stationsdienst	
patientenbezogene Verfahren	nicht patientenbezogene Verfahren
Einsicht in die elektronische Patientenakte Patientendatenverwaltung Klinische Dokumentation Kooperation mit Leistungserbringern	interpersonelle Kommunikation externer Informationsaustausch Zugriff auf Wissen betriebsteilbezogene Funktionen Anforderung von Medikamenten Erstellung von Übergabelisten Belegungsübersicht sonstige Werkzeuge zur Informationsverarbeitung Notizblock, Kalender, Taschenrechner Uhr, Wecker, Stoppuhr

Tabelle 4-4: Beispielprofil - persönliches Gerät für Arzt im Stationsdienst.

Profil Pflegepersonal auf Station, funktionsgebundenes Gerät	
patientenbezogene Verfahren	nicht patientenbezogene Verfahren
Einsicht in die elektronische Patientenakte Patientendatenverwaltung Klinische Dokumentation Pflegedokumentation Erfassung von Forschungsdaten andere patientenbezogene Dokumentation Kooperation mit Leistungserbringern Essensplanung- und bestellung	Zugriff auf Wissen betriebsteilbezogene Funktionen Anforderung von Medikamenten Anforderung von Material Erstellung von Übergabelisten Belegungsübersicht Qualitätssicherung sonstige Werkzeuge zur Informationsverarbeitung Notizblock, Kalender, Taschenrechner, Uhr, Wecker, Stoppuhr

Tabelle 4-5: Beispielprofil - Pflegepersonal auf Station, funktionsgebundenes Gerät.

Profil für Krankengymnastin, funktionsgebunden	
patientenbezogene Verfahren	nicht patientenbezogene Verfahren
Einsicht in die elektronische Patientenakte Zugriff auf - Patientenstamm- und Falldaten - aktuelle Befunde - einer Behandlungsübersicht Klinische Dokumentation KG-Dokumentation Kooperation mit Leistungserbringern -> der eigenen Abteilung Patienteninformierung	interpersonelle Kommunikation Zugriff auf Wissen Zugriff auf hausinterne Informationen Nutzung von fachspez. Kurzreferenzen Zugriff auf allgemeine Informationen sonstige Werkzeuge zur Informationsverarbeitung Notizblock, Kalender, Taschenrechner Uhr, Wecker, Stoppuhr

Tabelle 4-6: Beispielprofil - Krankengymnastin, funktionsgebunden.

4.2.2 Verfahrensbeschreibungen

Im folgenden werden die Einzelheiten zu den Verfahren beschrieben. Anhand der Situationen, in denen sie ausgeführt werden, läßt sich ableiten, warum ein mobiler Zugang sinnvoll ist. Es wird eine knappe Verfahrensbeschreibung angegeben. Für die mobile Umsetzung dieser Verfahren werden Gestaltungsvorschläge gemacht.

Einsicht in die elektronische Patientenakte

Patientenakten stellen ein zentrales Medium zur Information, Kommunikation und Dokumentation während einer Patientenbehandlung dar. Der Einblick in ihre Dokumente ist bei vielen Tätigkeiten und Entscheidungen essentiell (vgl. [Schmücker et al. 1998]). Genauso wie die konventionelle Patientenakte sollte die elektronische Akte alle Dokumente zu allen Behandlungsfällen enthalten. Dies führt unter Umständen zu einem erheblichen Umfang der Akten, was die Übersicht und das schnelle, gezielte Auffinden von wichtigen Dokumenten verzögern kann.

Durch die im folgenden näher beschriebenen Teilfunktion der Funktion 'Einsicht in die elektronische Patientenakte' wird genauer modelliert, welche Dokumente und Sichten auf die Inhalte einer Krankenakte auf einem mobilen Kleinstcomputer präsentiert werden sollten. Die automatische Vorauswahl von den auf einem mobilen Kleinstcomputer zu präsentierenden Dokumenten ist wichtiger als bei festinstallierten klinischen Arbeitsplatzsystemen. Nur wenn die Informationen schnell verfügbar sind, kann man sie wirklich mobil nutzen. Des weiteren gilt für alle Teilfunktionen, daß das Eintreffen neuer Informationen signalisiert werden muß. Dieses Signal kann akustisch, mechanisch oder optisch sein und sollte vom Benutzer einstellbar sein. Die neu eingetroffenen Informationen müssen in den patientenbezogenen Übersichten markiert sein, und sollten ähnlich wie aus der elektronischen Post bekannt, zusätzlich in einer Art Eingangskorb patientenübergreifend dargestellt werden. Aus dieser Liste sollten die Informationen auf Wunsch, nicht automatisch nach dem ersten Lesen, entfernt werden. Dies ist wichtig, weil das Lesen durch eine Störung, wie z.B. einen dringenden Anruf, unterbrochen werden kann. Vorstellbar ist, daß in dieser Liste alle Dokumente solange aufbewahrt werden, bis die sich aus ihnen ergebende Handlung, wie z.B. Rücksprache mit einem Kollegen oder eine Therapieänderung, erledigt ist. Beim Entfernen aus dieser Liste sollten die Dokumente automatisch 'abgezeichnet' werden, so daß die Person selbst und Kollegen zur Kenntnis nehmen können, wer das Dokument bereits gesehen hat.

Patientenstamm- und Falldaten

Patientenstamm- und Falldaten bilden die Basis für eine patientenbezogene Präsentation von Information und Dokumentation. Für deren mobile Nutzung sind neben den üblichen Daten wie z.B. Name, Adresse, eindeutige Patientenidentifikation auch die Bett- und Zimmernummer wichtig. Die Sortierung nach Bett- und Zimmernummer stellt ein unverzichtbares Hilfsmittel bei der sukzessiven Betrachtung aller Patienten einer Station, z.B. bei Übergaben oder Visiten dar.

Aktuelle Befunde

Aktuelle Befunde sind besonders zeitkritisch und daher, sofern sie elektronisch versendet werden, prädestiniert für den mobilen Abruf auf persönlichen Kleinstcomputern von Ärzten. Aber auch der Zugriff auf aktuelle Befunde über funktions- bzw. bereichsbezogen eingesetzte mobile Computer hat sich als wertvoll erwiesen ([Strain et al. 1996]). Therapeuten müssen eventuell nicht alle aktuellen Befunde, sondern lediglich die für ihr Fachgebiet relevanten sehen.

Behandlungsübersicht

Sie stellt in zeitlicher Abfolge Untersuchungen, Diagnosen, Therapien und Medikamente übersichtlich dar und sollte zusätzlich über Vorerkrankungen (z.B. Allergien), Risikofaktoren (z.B. Bluthochdruck) und Gefährdungsgrößen

(z.B. Herzschrittmacher) informieren. Aus der Behandlungsübersicht sollte zusätzlich hervorgehen, ob es frühere Behandlungsfälle gab. Eine Aufstellung aller Dokumente früherer Behandlungsfälle auf dem mobilen Gerät wird als nicht notwendig erachtet. Ist ein Studium der alten Dokumente erforderlich, so deutet das auf ein komplexeres Problem hin, dessen Bearbeitung Ruhe und Zeit Bedarf. Daher erledigt man dies besser an einem festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystem mit großem Bildschirm.

Die Behandlungsübersicht sollte nicht nur informieren, sondern auch die Möglichkeit bieten, in einzelne Dokumente zu verzweigen.

Alle Dokumente der aktuellen Behandlung

Alle Dokumente der aktuellen Behandlung sollten über den mobilen Kleinstcomputer abrufbar sein. Dies wird in der Realität aber nur schwer möglich sein, da Bilder und eingescannte, als Bild gespeicherte Dokumente sowohl vom Datenvolumen als auch bei den Anforderungen an die Bildschirmgröße und -auflösung die Möglichkeiten der mobilen Kleinstcomputer in der Regel übersteigen. Nach Aussage einzelner Ärzte würde jedoch bereits ein Verweis auf diese Dokumente oder im Falle von Bildern eine verkleinerte, grobe Abbildung eine nützliche Erinnerungshilfe darstellen.

Arztbriefe früherer Fälle

Arztbriefe sind eine Zusammenfassung und abschließende Beurteilung der Behandlung eines Patienten von dem behandelnden an den weiterbehandelnden Arzt. Somit stellen sie bei nachfolgenden Fällen ein gutes Medium zur Kurzinformation dar, z.B. als wichtige Informationsquelle im Rahmen einer neuen Anamnese.

Gezielt gesuchte Dokumente

Gerade weil nicht alle Dokumente eines alten Falls über das mobile Gerät bereitstehen, ist eine Option sich besonders wichtige Dokumente 'herauszulegen' nützlich. Solche Dokumente können z.B. besonders auffällige Befunde oder in operativen Fächern die Operationsberichte sein.

Patientendatenverwaltung

Die Patientendatenverwaltung ist ein zentrales Verfahren, das alle administrativen, patientbezogenen Verfahren, wie z.B. Patientenaufnahme, Verlegung, Entlassung und Abrechnung umfaßt. Diese Verfahren werden entweder zentral von Verwaltungspersonal oder auf Station an Klinischen Arbeitsplätzen durchgeführt. Die beiden unten erläuterten Teilfunktionen sollten zusätzlich auf mobilen Kleinstcomputern zur Verfügung stehen:

Patienten(not)aufnahme

Die Möglichkeit, eine Patientennotaufnahme auf einem mobilen Kleinstcomputer auszuführen, gewährleistet, daß jederzeit mit diesem Gerät patientenbezogen dokumentiert werden kann. So können beispielsweise Leistungsanforderungen auch dann geschrieben werden, wenn der Zugriff auf die zentral erfaßten Patientendaten aus irgendwelchen Gründen auf dem mobilen Gerät nicht möglich ist (z.B. weil die Patientendaten zentral mit einem anderen Anwendungssystem erfaßt wurden und die Datenübermittlung nicht ausreichend schnell funktioniert hat). Auch wenn ein Notfallpatient eingeliefert wird, und seine Aufnahmedaten soweit möglich direkt im Rettungswagen oder am Bett erfaßt werden, ist diese Funktion sinnvoll.

Patientenverlegung, Patientenentlassung

Bei entsprechender Organisation auf Station können diese Funktionen direkt am Patientbett (teilweise) ausgeführt werden, wenn der Patient über die Verlegung bzw. Entlassung unterrichtet wird. Bei persönlichen Geräten von Ärzten könnten diese Funktionen bewirken, daß in seine Arbeitsliste das Schreiben von Abschlußberichten, z.B. Arztbriefen aufgenommen wird. Die Ereignisse Patientenverlegung bzw. -entlassung sollten auf jeden Fall dazu dienen, zu steuern, welche Dokumente zu welchem Patient auf dem mobilen Kleinstcomputer präsentiert werden. Von einer automatischen 'Entfernung des Patienten' direkt bei Verlegung bzw. Entlassung sollte wegen der Erstellung von abschließenden Berichten abgesehen werden. Es sollte aber parametrierbar sein, wann die nicht mehr behandelnden Patienten 'entfernt' werden, z.B. nach einer Woche oder durch den Benutzer des Gerätes selbst.

Klinische Dokumentation

Besondere Aufmerksamkeit soll der Klinischen Dokumentation gewidmet werden, da sie unterschiedliche Aufgaben erfüllt. Sie ist Erinnerungshilfe, Kommunikationshilfe und dient der Organisation, da sie beispielsweise therapeutische Verordnungen oder die Vergabe von Untersuchungsaufträgen festhält und verfügbar macht (vgl. [Leiner et al. 1995]). Ein Verbessern der klinischen Dokumentation hat dadurch direkten Einfluß auf das kooperative Zusammenarbeiten der an einer Patientenbehandlung beteiligten Personen.

In der Regel werden die unterschiedlichen Teilfunktionen der Klinischen Dokumentation durch konventionelle Werkzeuge, vor allem die Patientenkurve und teilstandardisierte Formulare, unterstützt. Eine genaue Analyse der Formulare sowie deren Verarbeitung ist essentiell für die Konstruktion von rechnerbasierten Dokumentationssystemen. Bei der Verwendung mobiler Kleinstcomputer als Rechnersystem muß zusätzlich noch genau geprüft werden, ob sich die Formulare ausreichend standardisieren und auf evtl. mehreren kleinen Seiten darstellen lassen. Diese beiden Aspekte ergeben sich aus den zum Teil sehr kleinen Bildschirmabmessungen und der Stiftbedienung bei mobilen Kleinstcomputern. Auch wenn die konventionellen Formulare primär Freitextfelder enthalten, lassen sich durch die Analyse bereits ausgefüllter Formulare evtl. eine Reihe von oft verwendeten Einträgen ableiten. Diese können dann in Form einer Auswahlliste, die zusätzlich durch den Benutzer ergänzt werden kann, hinterlegt werden, um das stiftbasierte Eingeben von Freitexten zu erleichtern. Nicht zuletzt müssen die Unterschriften und Paraphen, die auf den konventionellen Dokumenten vielfältige Funktionen erfüllen, durch adäquate Mittel, wie z.B. digitale Signaturen ersetzt werden. In [Bethke 1997] werden hierfür relevante Aspekte erörtert.

Insbesondere bei der Ersetzung der Patientenkurve wird es schwierig sein, die Übersichtlichkeit der konventionellen Kurve nachzubilden. Hierzu sind noch weitere detaillierte Forschungsarbeiten notwendig. Dabei diesen gilt es zu ermitteln, in welchen Kontexten welche Teilübersichten bzw. Einzelinformationen benötigt werden. Die evtl. Nachteile in Bezug auf Übersichtlichkeit könnten durch die bessere Lesbarkeit der maschinellen Informationen im Vergleich zu den handschriftlich erfaßten, oft unleserlichen, Informationen der Patientenkurve wettgemacht werden. Zu bedenken ist allerdings, daß durch das Erkennen der unterschiedlichen Handschriften oft bekannt ist, wer dokumentiert hat. Dies muß natürlich auch in der rechnerbasierten Patientenkurve berücksichtigt werden.

Diagnosendokumentation

Das Dokumentieren und Verschlüsseln von Diagnosen ist gesetzlich vorgeschrieben. Aufnahmediagnosen und Entlassungsdiagnosen müssen fristgerecht (binnen 3 Tagen) an die Krankenkassen nach ICD 9 bzw. ICD 10 verschlüsselt, übermittelt werden. Dies ist notwendige Bedingung für die rechtzeitige Kostenerstattung durch die Krankenkassen. Außerdem sind Diagnosen, statistisch ausgewertet, auch relevant für die Pflegesatzverhandlungen. Daher sollten Diagnosen zeitnah, möglichst rechnerunterstützt erhoben werden (vgl. z.B. [Glück et al. 1996]). Zusätzlich müssen Diagnosen nahezu in jede Leistungsanforderung eingetragen werden und stellen z.B. auch während der Übergabe von Patienten bei Schichtwechsel eine zentrale Information dar. Das multiple Verwenden der einmal dokumentierten

Diagnosen müßte sich positiv auf die Motivation der Ärzte, Diagnosen zu dokumentieren, auswirken und somit die Qualität der erhobenen Daten steigern.

Dadurch, daß die Dokumentation von Diagnosen durch die Verwendung von Verschlüsselungskatalogen weitestgehend standardisiert ist, läßt sich die Dokumentationsfunktion gut auf per Stift zu bedienenden Computern realisieren. Ein Problem könnte jedoch der Umfang der Diagnosenkataloge bereiten, was sich jedoch durch die Bereitstellung von Hitlisten verringern läßt. Allerdings muß durch die Hitlisten mit einer eventuellen Verzerrung bei den dokumentierten Diagnosen gerechnet werden.

Anordnungen dokumentieren

Anordnungen werden von Ärzten erteilt, um die Diagnosen durch Spezialuntersuchungen zu differenzieren oder nach erfolgter Diagnosestellung die Therapie festzulegen. Sie werden in der Regel während der Visite, am Krankenbett getroffen und in der Patientenkurve notiert. Anordnungen können aber prinzipiell zu jedem Zeitpunkt und in unterschiedlichsten Situationen wie z.B. auf dem Gang während eines Gesprächs oder beim Durchschauen von Befunden, erfolgen. Ein rechnerbasiertes Erfassen der Anordnungen erleichtert deren Weiterverarbeitung: Zum einen können sie automatisch in eine elektronische Patientenakte übernommen werden oder gut lesbar für die konventionelle Akte ausgedruckt werden. Es ist gesetzlich vorgeschrieben, daß Anordnungen schriftlich erfolgen. Zum anderen lassen sich Arbeitslisten generieren. [Prophet 1995] berichtet über positive Erfahrungen mit einem solchem System am Universitätsklinikum Iowa, USA. Dort wurden anstelle von mobilen Kleinstcomputern jedoch in den Patientenzimmern festinstallierte Klinische Arbeitsplatzsysteme verwendet.

Pflegedokumentation

Zahlreiche Daten müssen während der stationären Versorgung des Patienten dokumentiert werden. Pflegeanamnese und aktuelle Vitalzeichen (z.B. Blutdruck, Herzfrequenz, Atmungsparameter und Körpertemperatur) werden sofort bei Aufnahme des Patienten erhoben, um Probleme und Ressourcen vollständig zu erfassen. In Abhängigkeit vom Krankheitsbild des Patienten muß die Überwachung und Dokumentation der Vitalzeichen mit unterschiedlicher Frequenz wiederholt werden, von einmal täglich bis zum kontinuierlichen Monitoring. Patientenbezogen müssen Pflegemaßnahmen der Grundpflege (z.B. Waschen des Patienten, verschiedene Prophylaxen) begründet und nach ihrer Durchführung dokumentiert werden. Die vom ärztlichen Personal angeordneten Maßnahmen der Behandlungspflege (z.B. Verabreichung von Medikamenten, Verbände von Wunden oder venösen Zugängen) sind ebenso detailliert zu dokumentieren (vgl. [Büssing et al. 1996]). So zählt z.B. zur Dokumentation eines Verbandes nicht allein die Bestätigung der Durchführung; vielmehr muß die Wunde nach festen Kriterien (z.B. Größe, Wundheilungsstadium, Sekretbeschaffenheit) exakt beschrieben und die vorgenommene Verbandstechnik eindeutig benannt und bei Änderung begründet werden. Teil der patientenbezogenen Dokumentation ist auch die Zuordnung des Patienten zu Pflegekategorien in Abhängigkeit vom Pflegeaufwand, den der Patient verursacht. Im weiteren Sinne zählen zur Pflegedokumentation auch die Tätigkeiten des Sammelns von Informationen im Zusammenhang mit den oben genannten pflegerischen Aufgaben der Organisation und Koordination.

Eine rechnerbasierte Realisierung dieser Funktionen sind ohne mobile Computer undenkbar. [Urban et al. 1998] berichtet jedoch, daß in den letzten Jahren mehrere Versuche gescheitert sind mobile System zur Pflegedokumentation einzuführen. Als Ursachen gibt er nicht auf die Geräteplattform abgestimmten Funktionsumfang sowie zu hohen Aufwand bei der Synchronisation mit andern Anwendungssystemen und zu wenige eingesetzte Geräte an. Hieraus lassen sich Schlußfolgerungen für die Gestaltung von Verfahrensunterstützungen für die mobile Pflegedokumentation ableiten.

Vorbereitung zur Anästhesie

Am Tag vor einer Operation sucht der Anästhesist die Patienten auf und bereitet sie auf ihre anstehende Narkose vor. Nach Abklärung eventueller Risiken bzw. Unverträglichkeiten unterzeichnet der Patient eine Einverständniserklärung. Wie in [Lanza 1996] beschrieben, ist die damit zusammenhängende Dokumentation gut mobil realisierbar (vgl. Kapitel 2.5).

Patientenbefragung

Es gibt Untersuchungen bzw. Beratungen, in denen der Patient vorab intensiv anhand eines Fragebogens befragt wird. Beispiele hierfür sind Anamnesen, psychosomatische Konsile, homöopathische Konstitutionsbehandlungen oder die in [Hunt et al. 1997] beschriebenen Diätberatungen bei an Diabetes erkrankten Patienten. Gerade wenn der Fragebogen später unter Verwendung eines Anwendungssoftwareproduktes ausgewertet wird, lohnt sich die Überlegung, den Patienten die Daten direkt eingeben zu lassen. Da dieser damit im Wartezimmer, zu Hause oder in seinem Bett beschäftigt sein wird, sind *sehr* einfach zu bedienende mobile Kleinstcomputer angemessene Werkzeuge. Die Hinführung zur Benutzung der Programme und die Programme an sich müssen jedoch so gut gestaltet sein, daß die Motivation die Daten einzugeben höher ist, als seine evtl. Ängste durch einen Computer anstelle des Arztes behandelt zu werden.

Leistungsdokumentation

Es kann nicht die gesamte Leistungsdokumentation durch die rechnerbasierte Realisierung anderer klinischer Dokumentationen automatisch erfolgen. Oftmals müssen Einzelleistungen aufgeführt werden. So müssen nach [Verband der Privatärztliche Verrechnungsstellen 1996] z.B. bei der Abrechnung von Privatpatienten Einzelleistungen wie z.B. Visiten oder Konsiliarsbesprechungen dokumentiert und nachgewiesen werden. Bisher geschieht dies beispielsweise in der Neurochirurgischen Universitätsklinik Heidelberg mit Hilfe der Patientenkurve. Die behandelnden Ärzte kratzeln die Leistungen abgekürzt in die Kurve notieren, und eine Sekretärin erstellt dann mit Hilfe von diesen Informationen die Rechnungen. Das Benutzen eines mobilen Kleinstcomputers während der jeweiligen Visite könnte diesen Vorgang rationalisieren. Die Visitezeiten könnten durch einfache Auswahl des Patienten bei Betreten und Verlassen des Patientenzimmers erfaßt werden und als Standardleistungen festgehalten werden. Durch Hinterlegen von Leistungskatalogen ist das stiftbasierte Dokumentieren der anderen Leistungen einfach zu realisieren. Das zumindest halbautomatische Erstellen von Rechnungen auf Basis der Patientenstammdaten und mobil dokumentierter Einzelleistungen wäre dann kein Problem mehr.

Verlaufsnotizen

Neben den Informationen aus der Patientenakte und -kurve machen sich Ärzte auch persönliche Notizen zu 'ihren' Patienten. Bei der Verwendung eines persönlichen mobilen Kleinstcomputers könnten diese gut mit den Informationen aus der elektronischen Akte verknüpft werden. Der Nachteil, daß sich Freitext auf einem mobilen Kleinstcomputer schlechter erfassen läßt als per Hand kann relativiert werden, wenn die Möglichkeit besteht, einzelne besonders wichtige Fakten einfach zu den Verlaufsnotizen zu kopieren bzw. Inhalte der Verlaufsnotizen in andere Dokumente zu übernehmen.

Befund-Dokumentation, Anamnese-Dokumentation

Für das Dokumentieren von Befunden werden nicht immer mobile Kleinstcomputer benötigt. In diagnostischen Funktionsabteilungen wie z.B. Laboratorien werden Befunde z.B. automatisch erzeugt und müssen validiert werden. Bei den Radiodiagnostischen Abteilungen liegt das Befunden in der Interpretation von Bildern. Bei den computerun-

terstützten Verfahren wie z.B. CT, MR sitzt der befundende Arzt am festinstallierten Computer und kann daher direkt dort den Befund erstellen. Befunde von klinischen Untersuchungen werden dagegen in der Regel direkt am Patientenbett festgehalten. Das gilt auch für die Konsile und vor allem für die Anamnese. In diesen Fällen kann ein mobiler Kleinstcomputer nützlich sein. Probleme könnten sich jedoch ergeben, weil viel Freitext erfaßt werden muß. Bei der Anamnese Dokumentation kommt zusätzlich noch das Problem dazu, daß die Anamnese oft sehr umfangreich ist. Auf das Diktieren dieser Freitexte läßt sich unmittelbar im Patientengespräch nicht ausweichen. So bringt diese Funktionalität eigentlich erst mit guter Handschrifterkennung gegenüber Notizen auf Papier und anschließender rechnerunterstützter Befunderstellung am Klinischen Arbeitsplatzsystem einen Mehrwert.

Erfassung von Forschungsdaten

Forschungsdaten, wie z.B. jene aus Klinischen Studien bei der Einführung von Medikamenten, werden patientenübergreifend ausgewertet. Dies ist heute ohne Rechnerunterstützung nicht mehr denkbar. Fehler, die beim Übertragen der Daten aus konventionellen Erhebungsformularen entstehen, können die Studienergebnisse verzerren. Eine direkte rechnerbasierte Dokumentation ermöglicht bereits bei Datenerfassung Integritäts- und Plausibilitätsprüfungen, die direkt zur Qualität der Daten beitragen. Der Einsatz mobiler Kleinstcomputer eignet vor allem dann, wenn die Studie multizentrisch ist oder von einer externen Firma durchgeführt wird. Für diese ist die Bereitstellung von entsprechend installierten mobilen Kleincomputern kostengünstig und kann darüber hinaus den Transfer der erhobenen Daten in die Studienzentrale vereinfachen. Zu bedenken bleibt hierbei jedoch, daß ein solcher mobiler Kleinstcomputer eventuell nicht in das jeweilige Krankenhausinformationssystem integriert ist. Sofern bereits Klinische Arbeitsplatzsysteme vorhanden sind, wäre es für das klinische Personal oder die Dokumentare sicherlich angenehmer, wenn sie die Studiendaten an dem Gerät erfassen, mit dem sie gewöhnlich arbeiten.

Arztbriefschreibung

Arztbriefe sind Entlassungsberichte und beinhalten die abschließende Beurteilung der Behandlung eines Patienten sowie Empfehlungen für dessen Weiterbehandlung vom behandelnden Arzt an den weiterbehandelnden Arzt. Arztbriefe zu erstellen, erfordert ein hohes Maß an Konzentration und erfolgt deshalb in Ruhe. Diese Ruhe ist im Stationszimmer selten zu finden, wohl aber in Arztzimmern. Je nach Ausstattung eines Arztes ist dieser also darauf angewiesen, mit der Akte und meist einem Diktiergerät an einen ruhigen Ort auszuweichen, oder er erstellt den Brief in seinem Arztzimmer.

Es ist vorstellbar, daß ein Arzt den Entwurf eines Arztbriefes in den mobilen Kleinstcomputer diktiert, der Brief dann aber von einer Sekretärin an einem Klinischen Arbeitsplatzsystem fertiggestellt wird. Dieses ermöglicht aufgrund seines großen Bildschirms und der normalen Tastatur eine komfortablere Texteingabe bzw. Textkorrektur. Schreibt der Arzt den Brief selbst, so wird er dies am ehesten an einem Klinischen Arbeitsplatzsystem tun.

Medizinische Dokumentationssysteme, wie das am Universitätsklinikum Heidelberg eingesetzte MDVS, unterstützen die Arztbriefschreibung dadurch, daß bereits merkmalsbezogen erfaßte Daten, wie z.B. Name, Anschrift des Patienten und des weiterbehandelnden Arztes sowie Diagnosen automatisch in den Arztbrief übernommen werden können (vgl. z.B. [Sawinski et al. 1993]). Je mehr Anordnungen und Leistungsanforderungen rechnerbasiert dokumentiert werden, desto mehr Merkmale können unter Umständen automatisch in einen Arztbrief übernommen werden. Bei der gängigen Arbeitsteilung - Arzt diktiert anhand der Patientenakte, Sekretärin schreibt - sieht der Arzt jedoch nicht, was automatisch in den Arztbrief übernommen werden könnte. Diese Funktionalität kann dann höchstens durch Kenntnis der Arztbriefvorlagen und durch persönliche Absprachen mit der Sekretärin genutzt werden. Bei Diktat mit Hilfe eines mobilen Kleinstcomputers könnte der Arzt die Vorlage während des Diktierens benutzen.

Andere patientenbezogene Dokumentation

In einzelnen Kliniken und Fachabteilungen gibt es darüberhinaus Spezialdokumentationen, z.B. im Rahmen der Qualitätssicherung oder von Forschungsprojekten, bei denen sich der Einsatz mobiler Kleinstcomputer lohnen kann.

Kooperation mit Leistungserbringern

Die Kooperation von Stationen mit Leistungserbringern, zu denen diagnostische und therapeutische Funktionsbereiche aber auch Konsildienste anderer Kliniken und Fahrdienste gehören, ist fester Bestandteil der alltäglichen Arbeit von ÄrztInnen und dem Pflegepersonal. In der Regel wird die Zusammenarbeit durch eine Fülle verschiedener, teils standardisierter Formulare unterstützt. Diese Formulare sind mitunter aufwendig gestaltet. Manchmal sind es maschinenlesbare Belege wie z.B. bei Laboranforderungen. Oft sind die Formulare mit einer Reihe von Durchschlägen versehen, so daß jede betroffene Stelle den für sie relevanten Teil in Form einer Kopie behalten kann. Das Formular für die Anforderung eines psychosomatischen Konsils ist z.B. dreiseitig: Seite 1 enthält die patientenbezogenen Daten inkl. Diagnose, Fragestellung und Anforderung sowie ein Textfeld für den Kurzbefund. Hier kann der Konsiliarzt seinen Befund eintragen. Zwecks Leistungsdokumentation kann er die identisch gestaltete Seite 2 für sich behalten. Seite 3 enthält Codes für die Leistungsabrechnung und soll ausgefüllt an die Verwaltung weitergeleitet werden. Seite 1 geht zurück an die anfordernde Stelle und wird schließlich der Patientenakte beigelegt. Offensichtlich ist, daß die Formulargestaltung sowohl die Dokumentation als auch die Ablaufsteuerung unterstützt. Für die Umsetzung dieser Formulare in Anwendungssysteme für mobile Kleinstcomputer gelten die gleiche wie oben bei der Funktion 'Klinischen Dokumentation' erörterten Aspekte.

Anforderung von Leistungen

Mit einem mobilen Kleinstcomputer ist es möglich, die Leistungen direkt in den Situationen anzufordern, in denen man sich für diese Leistung entscheidet, z.B. während einer Besprechung oder am Patientenbett. Da in diesen Situationen eventuell zu wenig Zeit bleibt, eine Anforderung komplett auszufüllen, ist es wichtig, daß die Anforderungen nachbearbeitet werden können.

Terminvereinbarung

Termine für Patienten werden entweder vom verordnenden Arzt selbst oder vom Pflegepersonal mit den entsprechenden Leistungsstellen vereinbart. Dies hängt jeweils von der einzelnen Klinik und der Art des Termins ab. Während Termine für invasive oder sehr kostspielige Untersuchungen vom Arzt vereinbart werden, organisiert das Pflegepersonal Termine für Röntgen oder Krankengymnastik. Eventuell sind die Zuständigkeiten schriftlich festgehalten und in Form einer Liste verfügbar.

Termine werden in der Regel telefonisch vereinbart, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Dienstzeiten der Leistungsstellen bzw. Dienstpläne (wenn z.B. ein spezieller Arzt zum Konsil hinzugezogen werden soll) und natürlich unter Berücksichtigung des Tagesablaufes vom Patienten.

Mobile Informations- und Kommunikationswerkzeuge können diesen Vorgang durch die Unterstützung der interpersonellen Kommunikation (siehe unten) und der Bereitstellung von Terminübersichten unterstützen.

Übersicht über angeforderte Leistungen

Diese Funktion erleichtert insbesondere auf persönlich genutzten mobilen Kleinstcomputern die persönliche Arbeitsorganisation. Genauso wie beim konventionellen Anfordern von Leistungen der Stapel ausgefüllter Formulare geprüft werden kann, sollte dies auch elektronisch möglich sein. Zusätzlich ist leicht ersichtlich, ob z.B. bei einer Leistungsanforderung nachgefragt werden sollte, warum es Verzögerungen gibt. Die bereits beantworteten Anforderun-

gen sollten direkt auf den dazugehörigen Befund verweisen. Wichtig ist also, daß diese Übersicht mit der Funktion 'Zugriff auf aktuelle Befunde' gekoppelt ist.

Essensplanung und -bestellung

Die Essensplanung und -bestellung rechnerunterstützt zu realisieren kann Vorteile in der Küchenwirtschaft sowie bei kurzfristigen Essensbestellungen bzw. Änderungen haben. Durch die Einsparung von als Reserve bestellten Essen können Kosten gespart werden (vgl. [Knaup et al. 1998]). Damit sich die Rechnerunterstützung auf Station positiv auswirkt, darf das Erfassen der Essenswünsche auf keinen Fall länger dauern als mit dem konventionell verwendeten System. Daß sich hierbei der Einsatz mobiler Kleinstcomputer lohnt, beweisen einige Firmenprodukte, die mobile Endgeräte zu ihrem Essenserfassungsmodul verkaufen (z.B. MobiDik der Fa Richard Müller, Logiman der Fa Koeliker) sowie Berichte über den Routineeinsatz von mobilen Kleinstcomputern zur Essensanforderung (vgl. z.B. [Mikulsky 1996]). In den beiden in Kapitel 3 beschriebenen Studien waren die Testpersonen einheitlich der Meinung, daß sie mobile Kleinstcomputer für die Essensanforderung begrüßen würden, und, daß diese dazu beitragen, daß Essenswünsche von Patienten besser berücksichtigt werden könnten.

Patienteninformation

Viele Krankheiten oder operative Eingriffe lassen sich dem Patienten mithilfe von Multimedia Anwendungen besser erläutern als mit Worten, Modellen und Atlanten. Bei bettlägerigen Patienten ist es erforderlich, daß die Information zum Patienten kommt - z.B. mit einem mobilen Computer. Die rechnerbasierte Patientenaufklärung darf jedoch nur als Ergänzung zum konventionellen ärztlichen Aufklärungsgespräch gesehen werden. Das persönliche Gespräch ist Voraussetzung für die Rechtsgültigkeit der Einwilligung des Patienten in die geplanten Maßnahmen. Abgesehen von diesem juristischen Aspekt ist zu bemerken, daß der Arzt auf häufig beobachtete Ängste des Patienten einfühlsam eingehen kann.

Interpersonelle Kommunikation

Die Wichtigkeit, dieses Verfahren mobil zu realisieren, ist daran zu erkennen, daß Ärzte und Stationen mit Piepsern ausgestattet wurden, lange bevor es schnurlose Telefone, Handies oder mobile Kleinstcomputer gab. Denn es ist im Krankenhausbereich unerlässlich, immer und überall erreichbar zu sein. Mit dem Aufkommen der mobilen Telefone und dem computerbasierten Verfügbarmachen und Austauschen von Informationen ergeben sich neue Möglichkeiten für die interpersonelle Kommunikation. Kommunikation und Informationsverarbeitung wachsen zusammen.

Die mobile Realisierung der unten aufgeführten Teilverfahren ist wesentlich. Sie bildet den Hauptunterschied zum Klinischen Arbeitsplatzsystem, da man an diesem in Bezug auf interpersonelle Kommunikation bisher nur die Elektronische Post verwendet.

Telefonieren

Neben dem direkt gesprochenen Wort gilt das Telefon als wichtigstes Kommunikationsmittel im Krankenhaus (vgl. z.B. [Taubert 1998], [Roßnagel, Herzog 1998]). Neben der Gewährleistung einer nahezu 100% Erreichbarkeit innerhalb eines Krankenhauses und in dessen Umgebung von ca. 30 km (vgl. [Planungsgruppe-Medizin 1998]) sollte das mobile Telefonieren auch moderne Funktionalitäten der Festnetztelefone bieten. Hierzu gehört die Anzeige der anrufenden Person mit Name. Zusätzlich wäre die Anzeige des Anruferanlasses erwünscht (vgl. Kapitel 3.2). Desweiteren sollten Personen, Stationen und Funktionseinheiten immer unter der gleichen Telefonnummer erreichbar sein, egal ob man ihr mobiles Telefon oder ein festinstalliertes Telefon anwählt. Bestenfalls sollte das Wählen durch ein elektronisches Telefonbuch unterstützt werden, so daß einfach nur der Name des Gesprächspartners ausgewählt werden

muß. Beim Anrufen sollten Möglichkeiten der Wahlwiederholung, der Rückrufspeicherung⁶ und eine Anklopffunktion⁷ realisiert werden, um flexibel auf besetzte Leitungen reagieren zu können. Der Angerufene sollte durch ein akustisches, mechanisches (z.B. leichtes Vibrieren des Gerätes) oder optisches Signal auf den Anruf aufmerksam gemacht werden. Es sollte möglich sein, zwischen diesen Signalarten umzustellen, damit ein Anruf auf jeden Fall wahrgenommen wird, aber z.B. in Besprechungen, möglichst wenig stört.

Wegen finanziellen Aspekten sollten die durch das Telefonat verursachten Gebühren nach Gesprächende angezeigt werden und die Wahlmöglichkeiten der Apparate (z.B. "nichtamtsberechtigt, amtsberechtigt, fernamtsberechtigt, auslandsberechtigt") durch eine Zentrale eingestellt werden können.

Empfang von Notrufen

Der Empfang von Notrufen wird durch das Verfügbarmachen von mobilen Telefonen auf wirkliche Notrufe beschränkt. Trotzdem muß er gesondert behandelt werden. Es sind Möglichkeiten vorzusehen, daß ein Notruf während eines normalen Telefongesprächs aufgeschaltet werden kann, und daß er unter Angabe des ursprünglich Gerufenen automatisch weitergeleitet wird, falls dieser nicht erreichbar ist. Es sollte möglich sein, Notrufe an Einzelpersonen oder Gruppen (z.B. Aufzugsmonteur, alle Anästhesisten) zu richten.

Austausch von Sprach- und Textnachrichten

Anrufbeantworter und Elektronische Post ermöglichen das zeitversetzte aber trotzdem schnelle Kommunizieren durch (kurze) Mitteilungen. Diese werden entweder nach telefonischem Nichterreichen oder anstelle eines Telefonates in Form von Nachrichten hinterlassen bzw. versendet. Mit dem Versenden bzw. Hinterlassen einer Nachricht ist für den Initiator der Kommunikationswunsch zunächst abgeschlossen, ein lästiges Hinterhertelefonieren entfällt. Der Angerufene hat die Möglichkeit, angesammelte Nachrichten abzuarbeiten, wenn er Zeit dafür hat. Solche Nachrichten können gut in Wartezeiten beantwortet werden. Dies ist u.a. ein Indiz dafür, daß das Austauschen von Sprach- und Textnachrichten mobil realisiert werden sollte. Darauf lassen auch die Ergebnisse der Simulationsstudie deutlich schließen (vgl. Kap 3.2 bzw. [Roßnagel, Herzog 1998]). Wichtig ist die Integration der Telefonfunktion mit der des Nachrichtenaustausches, um einen schnellen Medienwechsel zu ermöglichen und ein einheitliches Adressenverzeichnis nutzen zu können. Aufgrund der limitierten Eingabemöglichkeiten von Text sollten vom mobilen Kleinstcomputer primär Sprachnachrichten oder vordefinierte Nachrichten versendet werden. Für eine einfache Verwaltung der empfangenen und gesendeten Nachrichten ist eine Integration der Sprachnachrichten mit denen aus Elektronischen Post notwendig.

Einstellung der persönlichen Erreichbarkeit

Für klinisches Personal ist es unmöglich, immer sofort erreichbar zu sein. So können beispielsweise Ärzte eine Operation und Schwestern einen Verbandswechsel nur sehr schwer unterbrechen um ein Telefonat zu führen. Besprechungen werden schnell ineffizient, wenn sie dauernd durch das Telefon bzw. einen Piepser gestört werden. Während man einen Piepserruf schnell und leicht per Knopfdruck entgegennehmen kann und selbst entscheidet, ob bzw. wann man zurückruft, hat das Klingeln eines Telefons einen höheren Aufforderungscharakter, sofort zu reagieren. Zwar können Telefonate durch die Anzeige des Namens des Rufenden manuell gefiltert werden, doch es lassen sich damit die Störungen nicht vermeiden. Funktionen wie Rufumleitung (auf den Apparat eines Kollegen oder der Sekre-

⁶ Rückrufspeicherung bedeutet, daß ein automatischer Rückruf beim Anrufer erfolgt, sofern die Leitung besetzt ist.

⁷ Die Anklopffunktion bietet ein akustisches Signal, während eines Gesprächs, wenn sich ein weiterer Anrufer in der Leitung befindet.

tärin) oder das Einschalten eines Anrufbeantworters sind derzeit verwendete Mittel um die persönliche Erreichbarkeit zu steuern.

Durch die in der Simulationsstudie erprobten und als positiv bewerteten Möglichkeiten, die persönliche Erreichbarkeit situationsspezifisch einzustellen, läßt sich die Anzahl obengenannter Störungen vermindern. Wird bei Ablehnung eines Gespräches automatisch eine Nachricht übermittelt, z.B. wann der Angerufene wieder erreichbar ist, bzw. wird aufgefordert, eine Nachricht zu hinterlassen, so kann der Anrufende seinen Kommunikationswunsch zumindest eingeschränkt befriedigen.

Die Erfahrungen aus der Simulationsstudie zeigen, daß das Konfigurieren der unterschiedlichen Erreichbarkeits-situationen auf ca. 3 Situationen beschränkbar ist ("voll erreichbar", "nur dringende Anrufe durchstellen", "abwesend, nicht erreichbar"). Es ist essentiell, daß zwischen diesen Situationen einfach umgeschaltet werden kann bzw. die Umschaltung durch eine Verknüpfung mit dem Terminkalender automatisch erfolgt (vgl. Kap 3.2). Insbesondere wenn die Erreichbarkeit eingeschränkt wurde, muß gewährleistet sein, daß diese z.B. nach Besprechungs-ende wieder 'erhöht' wird. Neben der technischen Umsetzung, zum Beispiel durch ein Signal des Gerätes, wenn die Erreichbarkeit eine bestimmte Zeit sehr eingeschränkt war, müssen innerhalb des Krankenhauses Regelwerke und Organisationsvorschriften geschaffen werden, die festlegen, wie die Erreichbarkeit eingestellt werden darf.

Externer Informationsaustausch

Generell umfaßt dieses Verfahren viele Teilverfahren, wie z.B. den Austausch von Leistungsdaten mit Kostenerstat-tern (Krankenkassen) oder telemedizinische Konsultationen.

Im Zusammenhang mit mobilen Kleinstcomputern überlappt dieses Verfahren stark mit dem Austausch von Sprach- und Textnachrichten bei der interpersonellen Kommunikation. Es erfordert jedoch bei der Realisierung mehr Daten-schutz. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß zusätzlich zu den Nachrichten patientenbezogenen Dokumente versendet werden.

Betriebsteilbezogene Funktionen

Anforderung von Medikamenten

Stationen verfügen in der Regel über einen kleinen Vorrat von Medikamenten. Dessen Größe richtet sich danach, wie kurzfristig Medikamente über die Krankenhausapothek e bezogen werden können. Für das Aufbewahren der Medikamente gibt es z.B. im Klinikum Heidelberg sogenannte Modulschränke, die einerseits für Übersicht im Me-dikamentenlager sorgen und andererseits ein System bieten, in dem Nachbestellungen von Medikamenten mit Hilfe eines mobilen Barcodescanners anhand der Etiketten von ausgegebenen Medikamenten erfaßt, in ein rechnerbasier-tes Anwendungssystem übertragen und nach Freigabe elektronisch an die Apotheke übermittelt werden. Anstelle des teuren Barcodescanners, der mangels Bildschirm nur wenig Möglichkeiten bietet, Eingaben zu kontrollieren und für nichts anderes verwendet werden kann, könnte ein mobiler Kleinstcomputer, der mit einem Barcodelesestift oder ähnlichem ausgestattet ist, verwendet werden. Es entfällt so die Beschaffung des teuren Spezialgerätes. Auch wenn das Bestellwesen nicht durch die Vergabe von Barcode-Etiketten optimiert ist, kann ein mobiler Kleinstcomputer bei der Erfassung der zu bestellenden Medikamente helfen. Er ermöglicht nämlich das Erfassen der fehlenden Bestände direkt am Schrank oder Regal, also dort, wo überprüft wird, was bestellt werden muß. Normalerweise existieren Kataloge, aus denen die zu bestellenden Medikamente ausgewählt werden können. Diese lassen sich gut in rechner-basierte Kataloge umsetzen und sind einfach per Stifteingaben zu bedienen. Die Eingabe von Freitext ist daher eher selten, z.B. aber für die Bestellung von außergewöhnlichen, in der Krankenhausapothek e nicht vorrätigen Medika-menten, notwendig.

Da Medikamentenbestellungen von Ärzten freigegeben werden müssen, aber vom Pflegepersonal bzw. Versorgungsassistenten vorbereitet werden, ist Kooperation wichtig. Bei der Realisierung mit mobilen Kleinstcomputern sind zwei Organisationsformen denkbar: Gibt es nur sehr wenige mobile Geräte auf Station, so könnte der mobile Kleinstcomputer nach Erfassung der Bestellung für die Freigabe an den Arzt übergeben werden. Denkbar ist aber auch, daß der Arzt die Freigabe an einem Klinischen Arbeitsplatzsystem oder an einem von ihm persönlich genutzten mobilen Kleinstcomputer vornimmt.

Anforderung von Material

Zu dem zu bestellenden Material gehören Arbeitsmittel wie z.B. Bleistifte, Kugelschreiber, aber auch Wäsche und Verbandsmaterial.

Bis auf die wegen der Freigabe notwendige Kooperation mit den Ärzten gilt für dieses Verfahren das gleiche wie bei der Anforderung von Medikamenten erläuterte.

Erstellung von Übergabelisten

Bei Schichtwechsel informiert das kurz vor Arbeitsende stehende Personal, diejenigen, deren Arbeitsschicht beginnt, über den aktuellen Stand der Patienten. Zur Vorbereitung dieser Übergabe gibt es z.B. in der psychosomatischen Klinik am Universitätsklinikum Heidelberg Formulare, in die patientenbezogen wichtigste Diagnosen, aktuelle Therapien und besondere Vorkommnisse eingetragen werden. Anhand dieser Liste wird dann während der Übergabebesprechung Patient für Patient durchgegangen. Je nachdem, wie umfassend die elektronische Patientenakte ist, könnten große Teile dieser Liste automatisch erstellt werden. Voraussetzung für die Verwendung mobiler Kleinstcomputer ist zusätzlich eine gute Handschriftenerkennung für das Eintragen der besonderen Vorkommnisse. Gegenüber der Erstellung dieser Listen an einem Klinischen Arbeitsplatzsystem bietet ein mobiler Kleinstcomputer die bei den in Kapitel 4.1 beschriebenen Situationen 'Entzerrung im Stationszimmer' und 'Besprechung' Vorteile.

Belegungsübersicht

Vor allem wenn per mobil empfangenem Telefonat angefragt wird, ob ein Bett auf der Station verfügbar ist, ist es unverzichtbar, eine Belegungsübersicht sofort parat zu haben.

Zugriff auf Wissen

Der rechnerbasierte Zugriff auf Wissen hat sich als relevant für die Patientenversorgung erwiesen (vgl. z.B. [Haux et al. 1996]) und wurde auch für die Nutzung auf mobilen Kleinstcomputern evaluiert (vgl. Kapitel 3.1, 3.2 und Kapitel 2.5 bzw. [Labkoff et al. 1995]). Auf dem mobilen Kleinstcomputer sollte das Wissen in Form kompakter Nachschlagewerke angeboten werden. Aufwendige, lange Suchen z.B. im Internet oder in Literaturdatenbanken sind in den Situationen, die mobiles Arbeiten erfordern, nicht angebracht. Vorstellbar wäre diesbezüglich höchstens, daß man von dem mobilen Kleinstcomputer eine umfangreiche Suche durch das Verwenden von entsprechenden Internetagenten oder Metasuchmaschinen startet und dann später die Ergebnisse in Ruhe am Klinischen Arbeitsplatzsystem sondiert.

Die mobil relevanten Informationen lassen sich in drei Kategorien einteilen.

Zugriff auf Medikamentenlisten

In allen Studien hat sich gezeigt, daß der mobile Zugriff auf Medikamentenlisten an erster Stelle gewünscht wird (vgl. Kapitel 3.1, 3.2 und Kapitel 2.5 bzw. [Labkoff et al. 1995]).

Nutzung von fachspezifischen Kurzreferenzen

Medizinische und pflegerische Literatur sollte in Form von Kurzreferenzen zur Verfügung stehen. Die Bedürfnisse hierbei können individuell verschieden sein. Bei der Verwendung von persönlich genutzten mobilen Kleinstcomputern ist vorstellbar, daß solche Kurzreferenzen auch privat gekauft werden und in Form von Speicherkarten lokal auf den mobilen Kleinstcomputern genutzt werden. Eine Übersicht derzeit verfügbarer digitaler Bücher, sowie eine Methode solche selbst aus wichtigen Dokumenten zu erzeugen, findet sich in [Williams 1997].

Zugriff auf hausinterne Informationen

Von den vielen institutionsweiten Informationen sind für den mobilen Gebrauch vor allem ein Telefonverzeichnis, Pflege- und Therapiestandards sowie Dienstpläne interessant. Der Zugriff auf diese Informationen sollte online erfolgen, so daß die Informationen zentral aktualisiert werden können.

Zugriff auf allgemeine Informationen

Zu allgemeinen Informationen gehören Verzeichnisse von Postleitzahlen und Adressen sowie Wörterbücher und Fahrpläne. Lediglich die Fahrpläne dürften mobil wichtig sein.

Sonstige Werkzeuge zur Informationsverarbeitung

Die mobile Bereitstellung von Standardwerkzeugen wie z.B.

Notizblock, Kalender, (medizinischer) Taschenrechner, Uhr

Es kann Wege ersparen die Werkzeuge in konventioneller Form zu holen. Ihr Vorhandensein ist jedoch nicht unbedingt notwendig. Die Uhr sollte auch als Wecker, Minutenwecker oder Stoppuhr benutzbar sein. Im Fall von persönlich genutzten mobilen Kleinstcomputern wäre eine automatische Übertragung des in einem Dienstplanprogramm erzeugten Dienstplanes in den persönlichen Terminkalender komfortabel. Der Notizblock sollte in seiner Funktionalität so weit ausgebaut sein, daß z.B. Gliederungen für Vorträge oder Entwürfe für andere Schreiben damit problemlos erstellt werden können. Eine intensive Nutzung dieser Werkzeuge, vor allem des Notizblocks, kann Hinweise darauf geben, daß Bedarf besteht, ein neues Verfahren strukturiert, rechnerunterstützt zu realisieren.

4.3 Integration auf der logischen Werkzeugebene

Auf der logischen Werkzeugebene drückt sich die Heterogenität eines Krankenhausinformationssystems durch die unterschiedlichen eingesetzten Anwendungssysteme aus. Eine standardisierte Kommunikation zwischen diesen Anwendungssystemen beziehungsweise deren Interoperabilität ermöglicht Daten- und bisher sehr selten Funktionsintegration. Aufgrund der Überschneidung bei den funktionalen Anforderungen an Klinische Arbeitsplatzsysteme und den auf mobilen Kleinstcomputern zu realisierenden Verfahren ähnelt die Integration der mobilen Kleinstcomputer der Realisierung von Klinischen Arbeitsplatzsystemen. Diese Integration ist also auch abhängig von der bestehenden Infrastruktur eines Krankenhausinformationssystems. Im Vergleich zur Realisierung festinstallierter Klinischer Arbeitsplatzsysteme müssen jedoch zusätzliche Anforderungen beachtet werden. Dieses Kapitel erläutert die zusätzlichen Anforderungen und diskutiert mögliche Architekturen für die Realisierung der mobilen Arbeitsplatzsysteme.

4.3.1 Anforderungen an Anwendungssysteme bzw. Funktionen für deren mobile Nutzung

Neben den in Kapitel 5.2 formulierten funktionalen Anforderungen und der Forderung nach Zugangsintegration an mobilen Arbeitsplatzsystemen müssen auf mobilen Kleinstcomputer benutzte Anwendungssysteme weitere beson-

dere Anforderungen erfüllen. Diese ergeben sich aus dem mobilen Arbeiten, in Bezug auf die Benutzungsschnittstellen und nicht zuletzt durch technische Einschränkungen der mobilen Kleinstcomputer.

Integration in das Arbeitsumfeld

Mobiles Arbeiten bzw. das Arbeiten unterwegs oder in Situationen, in denen die Informationsverarbeitung eigentlich eine Nebenrolle spielt kommt bei den in Kapitel 4.1 benannten Situationen ‘am Patientenbett’, ‘Visite’, ‘Weg- und Wartezeiten’ vor. Gerade im Hinblick auf eine Nutzung der mobilen Kleinstcomputer während dem Patientenkontakt, ist es wichtiger denn je, daß die Anwendungssysteme robust funktionieren, sehr schnelle Antwortzeiten haben und ohne Suchen die gewünschten Informationen präsentieren bzw. die zu dokumentierenden Informationen erfaßt werden können. Suchaktionen lassen sich vor allem dann vermeiden, wenn neue Informationen, z.B. aktuelle Befunde, automatisch eintreffen, deren Ankunft angezeigt wird und auf diese nicht nur patientenorientiert, sondern auch aufgabenorientiert zugegriffen werden kann. Die in [Werner 1996] vorgestellte Methode der automatischen Bereitstellung gefilterter Informationen ist in diesem Zusammenhang genauso wichtig wie die in [Patil et al. 1994] beschriebenen (und in Kapitel 2.2 kurz zusammengefaßten) Konzepte, in denen das aufgabenorientierte Arbeiten und die Unterstützung von Aufgabenlisten (ToDo-Listen) berücksichtigt werden. Aufgabenlisten müssen patientenbezogen und zeitbezogen für einzelne Benutzer des mobilen Kleinstcomputer dargestellt werden. Tabelle 4-7 faßt diese Anforderungen zusammen.

Anforderungen, die sich aus dem mobilen Arbeiten ergeben
• Robustheit • schnelle Antwortzeit • Suchaktionen vermeiden • automatische Bereitstellung vorselektierter Informationen • Aufgabenlisten: Benutzer- und Zeitbezogen, Patientenbezogen

Tabelle 4-7: Anforderungen an mobil verfügbare Anwendungssysteme.

Benutzungsschnittstellen und Präsentationsintegration

Die Qualität der Benutzungsschnittstellen bestimmt zu großen Teilen, ob ein Anwendungssystem von den Benutzern akzeptiert und gerne benutzt wird. Dabei kommt es nicht unbedingt auf aufwendiges buntes Design an, sondern vielmehr auf einfache, intuitive Benutzerführung. Die Entwicklung von graphischen Benutzungsoberflächen verbunden mit der Möglichkeit in mehreren ‘Fenstern’ unterschiedliche Funktionen quasi parallel auf einem Rechnersystem auszuführen haben die Benutzung von diesen wesentlich vereinfacht. Noch immer ist die Gestaltung adäquater Benutzungsschnittstellen Subjekt der Forschung und verschlingt bei der Softwareentwicklung einen wesentlichen Teil der Entwicklungsressourcen. Mobile Kleinstcomputer zeichnen sich durch z.T. sehr kleine Bildschirme und sogenannte ‘Low Input Devices’ wie z.B. Stift statt Tastatur, aus. Wie sich in der Pen-Computer Studie (vgl. Kapitel 3.1) zeigte, ist selbst bei größeren mobilen Geräten das Verwenden der von für festinstallierte Rechnersystemen ausreichend guten Benutzungsschnittstellen unzureichend.

Vor diesem Hintergrund ist das Realisieren der Präsentationsintegration eine sehr schwierige Aufgabe. Einerseits wird zwecks besserer Erlernbarkeit gefordert, daß alle Anwendungssysteme ähnlich zu bedienen sind. Dies gilt insbesondere bei Funktionen, die auf mobilen Arbeitsplätzen und festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystemen genutzt werden. Andererseits erfordern die physischen Ressourcen unterschiedliche, spezielle Anpassungen. Kleinst-ster gemeinsamer Nenner kann aber das *Verwenden einer einheitlichen Terminologie in Bezug auf Funktionsnamen und Befehle* sein. Wünschenswert ist, daß die Anstrengungen zur Gestaltung von für mobile Kleinstcomputer geeigneten Benutzungsschnittstellen jene für stationäre Rechnersysteme positiv beeinflussen. Denn der Bedarf an immer

größeren, hochauflösenden Bildschirmen um die Vielzahl verschiedener Fenster zu beherrschen, zeigt, daß z.B. die Fenstertechnologie noch nicht das Maß aller Dinge sein kann.

An dieser Stelle muß sich auf die Auflistung der wesentlichsten Kriterien für Benutzungsschnittstellen beschränkt werden (vgl. Tabelle 4-8). Eine Übersicht, die wesentliche Aspekte der Benutzungsschnittstellen für mobile Kleinstcomputer zusammenfaßt, ist [Williams 1997] zu entnehmen. Neben grundlegenden Konzepten sind hier Vor- und Nachteile einzelner Benutzungsschnittstellen Elemente und Texteingabemöglichkeiten sowie relevante Literaturhinweise zusammengestellt. Das in [Strain et al. 1996] vorgestellte System zum mobilen, pen-basierten Retrieval von aktuellen Befunden unterschiedlicher Laboruntersuchungen zeigt, daß es möglich ist diese Befunde patientenbezogen mit nicht mehr als 3 'Taps' auszuwählen. Überlegungen und Vorschläge zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen einer elektronischen Krankenakte, die z.T. auf mobile Geräte übertragbar sind, sind z.B. ausführlich in [Ohr 1996] und zusammengefaßt in [Schmücker et al. 1998] dargestellt. Die im Rahmen des Pen&Pad Programms gemachten Untersuchungen zeigen, daß die stiftbasierte Dateneingabe auf Basis kontrollierter medizinischer Vokabulare dann am effektivsten ist, wenn sich einzugebende Begriffe immer an derselben Stelle des Bildschirms befinden (vgl. [Poohn, Fagan 1994]). Umfassende Untersuchungsergebnisse einer Studie bezüglich der Benutzung moderner Telekommunikationsmedien können in [LUSI 1996] nachgelesen werden.

Kriterien für stiftbasierte Benutzungsschnittstellen bei kleinen Bildschirmen	
• allgemein:	– Beachtung von verfügbaren "Human Interface Guidelines" (z.B. [Apple Computer 1996]) – Interaktion durch direkte Manipulation von dargestellten Objekten (Verzicht auf Kommandozeile) – Verzicht auf Navigationsmodell, das stark vom visuellen Kontext abhängt – einfache, durchgängige Metaphern verwenden, aber Verzicht auf filigrane Icons
• Informationspräsentation	– gut lesbare, evtl. einstellbare Schriftart – einfacher Wechsel zwischen Übersichten und Detailansicht – offensichtliche Kennzeichnung, ob sich Information auf mehrere Seiten verteilt mit direkter Verzweigungsmöglichkeit
• Dateneingabe	– Minimierung Freitexteingabe, statt dessen ggf. erweiterbare Auswahllisten mit vordefinierten Texten – Bereitstellung kontextsensitiver Auswahllisten (z.B. Kalender für Datum) – Sinnvolle Vorbelegungen, wann immer möglich (z.B. aktuelles Datum bei Datumseingabe) – Handschrifterkennung, wenn überhaupt, nur bei persönlich genutzten Geräten – Sprachsteuerung und -eingabe, nur bei Anwendungen, die nicht direkt im Patientenkontakt eingesetzt werden

Tabelle 4-8: Wichtige Kriterien für stiftbasierte Benutzungsschnittstellen auf mobilen Kleinstcomputern.

Technische Einschränkungen

Trotz des rasanten technologischen Fortschritts werden mobile Kleinstcomputer in Bezug auf Rechenleistung und Speicherkapazität im Vergleich zu anderen Rechnersystemen ressourcenschwach sein. Aus diesem Grunde spielen Aspekte wie Funktionsintegration und optimierte Speichernutzung eine noch wichtigere Rolle als bei anderen Anwendungssystemen. Auch wenn innerhalb eines Klinikums unter Umständen leistungsfähige drahtlose Erweiterungen von Netzwerken aufgebaut werden können, werden deren Übertragungsbandbreiten immer unter denen der Festnetze liegen.

Nach [Satyanarayan 1996] können diese Beschränkungen zusammen mit den Tatsachen, daß mobile Kleinstcomputer in Bezug auf Diebstahl und Zerstörung größeren Risiken ausgesetzt sind und ihre Laufzeiten immer durch Batte-

riekapazitäten begrenzt sein werden durch technologischen Fortschritt höchstens gemindert nicht aber eliminiert werden und müssen daher bei der Konstruktion geeigneter Anwendungssysteme unbedingt berücksichtigt werden.

4.3.2 Anforderungen an die Synchronisation mit anderen Komponenten des KIS

Wenn ein Verfahren durch unterschiedliche logische Werkzeuge realisiert wird, entstehen immer Synchronisationsaufwände. Betrachtet man z.B. konventionelle Werkzeuge und rechnerbasierte Werkzeuge zur Dokumentation, so findet die Synchronisation der z.B. auf Formularen erfaßten Daten mit einem rechnerbasierten Anwendungssystem durch erneutes Erfassen oder maschinelles Einlesen der Formulare statt. Wie bei den festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystemen muß für die mobilen Arbeitsplatzsysteme gewährleistet werden, daß der Benutzer immer die aktuellsten Informationen sieht. Mit dem mobilen Kleinstcomputer erfaßte Daten müssen in anderen Anwendungssystemen oder festinstallierten Komponenten des gleichen Anwendungssystems weiterverarbeitet werden bzw. auf den mobilen Kleinstcomputern anderer Personen zeitnah präsentiert werden.

Bei der Verwendung von Klinischen Arbeitsplatzsystemen in Kombination mit mobilen Kleinstcomputern, muß außerdem darauf geachtet werden, daß z.B. neue Nachrichten aus der Elektronischen Post, die bereits auf dem mobilen Kleinstcomputer gelesen wurden, auch am Klinischen Arbeitsplatzsystem als gelesen markiert sind und umgekehrt. Nachrichten dürfen nicht automatisch als gelesen markiert sein, nur weil sie für den Abruf am mobilen Kleinstcomputer bereitgestellt wurden. Das gleiche gilt für die Präsentation aktueller Befunde. Hieraus wird ersichtlich, daß die Vergabe von personenbezogenen mobilen Kleinstcomputern nur dann wirklich sinnvoll ist, wenn auch an den Klinischen Arbeitsplatzsystem der Personenbezug sichergestellt ist.

Tabelle 4-9 faßt die Synchronisationsanforderungen zusammen. Diese Anforderungen sind neben den oben erwähnten technischen Einschränkungen bei der Konstruktion der Kommunikationsschnittstellen zu Anwendungssystemen zu berücksichtigen.

Funktionen eines mobilen Arbeitsplatzsystems müssen...
• dem Benutzer aktuellste Informationen präsentieren aus möglicherweise unterschiedlichen Anwendungssystemen des Krankenhausinformationssystems; • von dem Benutzer erfaßte Daten zeitnah verfügbar machen für – andere Anwendungssysteme, – andere mobile Arbeitsplatzsysteme; • mit Funktionen, die das gleiche Verfahren am Klinischen Arbeitsplatzsystem realisieren 'Hand in Hand' arbeiten.

Tabelle 4-9: Anforderungen an die Synchronisation zwischen Funktionen auf mobilen Kleinstcomputern und anderen Komponenten eines Krankenhausinformationssystems.

4.3.3 Kommunikationsverbindungen zu Anwendungssystemen des KIS

Für die Synchronisation zwischen mobilen Geräten und anderen Anwendungssystemen des Krankenhausinformationssystems muß entschieden werden, ob die mobilen Geräte asynchron oder synchron in das bestehende Krankenhausinformationssystem eingebunden werden (vgl. Abbildung 4-1). Der Datentransfer muß über die Kommunikationsverbindungen komprimiert und aus Gründen der Datensicherheit verschlüsselt erfolgen.

Es wird von Kommunikationsverbindungen und nicht von Kommunikationsschnittstellen gesprochen, weil unter Umständen mehrere Kommunikationsschnittstellen unter Verwendung mehrerer Anwendungssysteme benötigt werden (siehe unten).

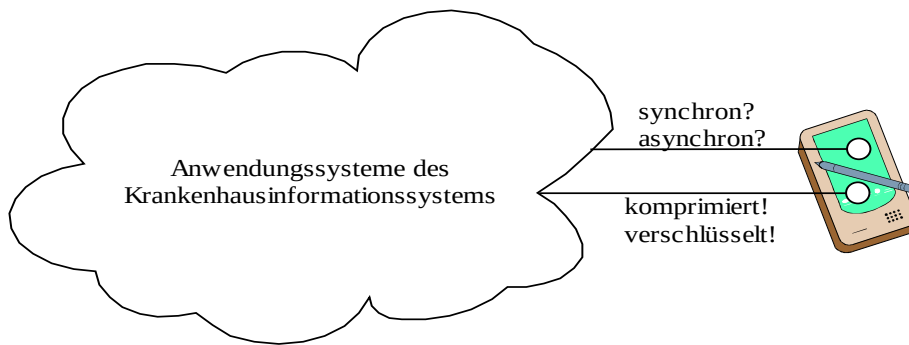


Abbildung 4-1: Übersicht zu den Kommunikationsschnittstellen zwischen auf mobilen Kleinstcomputern benötigten Funktionen und anderen Anwendungssystemen des Krankenhausinformationssystems. Auf architektonische Details bezüglich der Anwendungssysteme des Krankenhausinformationssystems wird weiter unten eingegangen.

Synchron oder Asynchron?

Unter *synchronen* Kommunikationsschnittstellen wird in dieser Arbeit verstanden, daß man "online" auf Datenbestände zugreift. Dies ist innerhalb eines Krankenhauses vor allem möglich, wenn leistungsfähige Funknetze zur Verfügung stehen. Es ist am einfachsten zu realisieren, wenn auf dem mobilen Kleinstcomputer das gleiche Betriebssystem und die gleichen Funktionen vorhanden sind wie an den festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystemen. Anhand der Ausführungen in den Abschnitten mobiles Arbeiten und Benutzungsschnittstellen dieses Kapitel und den derzeitig bestehenden Betriebssystemen (vgl. Kapitel 2.3 und 4.4) ist erkennbar, daß dies bei der Verwendung echter Kleinstcomputer wie PDAs momentan nicht zu guten Lösungen führt. In [Lombardo et al. 1997] ist jedoch gezeigt, daß eine solche synchrone Einbindung von Notebooks Vorteile bringt.

Unter *asynchronen* Kommunikationsschnittstellen wird verstanden, daß die mobilen Geräte nur zum Datenabgleich mit anderen Anwendungssystemen verbunden werden und ansonsten autonom, netzunabhängig arbeiten. Es wäre beispielsweise denkbar, daß auf dem mobilen Gerät ein Programm zur Essenbestellung installiert ist. Bevor die Pflegekraft mit dem Gerät die Essenswünsche aufnimmt, verbindet sie das Gerät mit einem Klinischen Arbeitsplatzsystem und lädt alle aktuell vorhandenen Patientennamen in das Gerät. Nachdem sie die Essenswünsche notiert hat, überspielt sie alle Daten in das zentrale Essensanforderungsprogramm.

Vorteil der asynchronen Kommunikationsschnittstellen ist, daß sie evtl. relativ kostengünstig durch Verwendung asynchroner Datenübertragungsschnittstellen realisiert werden können, und daß die mobilen Geräte netzunabhängig und autonom arbeiten können, was eine höhere Stabilität und bessere Antwortzeiten bietet.

Ein Nachteil der asynchronen Kommunikationsschnittstellen ist die Notwendigkeit der lokalen Datenhaltung mit der dazugehörigen Datenschutzproblematik und dem Bedarf an mehr lokalem Speicher. Die Aufwände für die Synchronisation der dadurch hochgradig verteilten Datenbestände sollten nicht unterschätzt werden.

Die Gestaltung asynchroner Kommunikationsschnittstellen sowie das Management der dadurch hochgradig verteilten Datenbestände ist nach [Dunham, Helal 1995] als Erweiterung des Datenmodells verteilter Datenbanken zu betrachten. Vorarbeiten zum wirtschaftlichen und korrekten Verteilen und Zusammenführen dieser verteilten Datenbestände werden z.B. in [Imielinski, Badrinath 1993; Barbará, Imielinski 1994; Huang et al. 1994; Elmagarmid et al. 1995; Noble, Satyanarayanan 1995] diskutiert. Mittlerweile unterstützen bereits einige Datenbankmanagementsysteme (z.B. MS Access 97 oder Mobile Objects eine Erweiterung zu Oracle 7) das Synchronisieren von replizierten Datenbeständen. Groupwareprodukte wie z.B. Lotus Notes sind auf das Zusammenführen replizierter Datenbestände spezialisiert. Allen gemein ist jedoch, daß Konfliktfälle manuell aufgelöst werden müssen.

Bereits mit dem ersten MEDINA -Prototyp (vgl. Kapitel 2.4) konnte gezeigt werden, daß es grundsätzlich möglich ist, die bei asynchronen Kommunikationsschnittstellen notwendige Synchronisation zu automatisieren (vgl. [Werner

1996]). Die Bedienung des Synchronisationsvorganges muß auf jeden Fall sehr einfach, am besten per Knopfdruck realisiert sein. Der Benutzer sollte sich nicht darum kümmern müssen, eine zentrale 'Empfangskomponente' starten zu müssen. Ein manuelles Bestimmen jener Dokumente oder Daten, die mit den anderen Anwendungssystemen abgeglichen werden müssen ist bei routinemäßigen Einsatz unzumutbar.

Tabelle 4-10 faßt die wichtigsten Aspekte sowie Vor- und Nachteile der asynchronen und synchronen Kommunikationsschnittstellen zusammen.

Vermischung synchron/asynchron

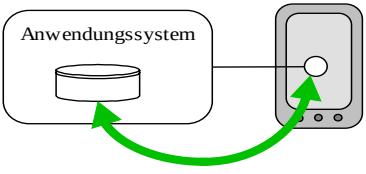
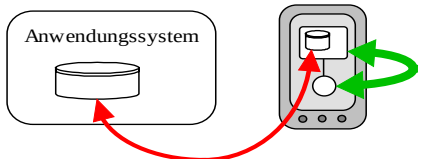
Eine Vermischung beider Methoden ist denkbar und kann zur Entlastung der Funknetze dienen bzw. eine größere Netzunabhängigkeit erzeugen. Zeitkritische Informationen wie z.B. aktuelle Befunde oder die Koordination mit Leistungsstellen sollten innerhalb eines Krankenhauses jedoch eher unter Verwendung synchroner Kommunikationsschnittstellen realisiert werden.

Vorstellbar wäre z.B. daß auf dem persönlichen Kleinstcomputer eines Arztes der synchrone Zugriff auf Anwendungssysteme realisiert ist, welche die Einsicht in eine elektronische Akte, die Kooperation mit Leistungserbringern und den Zugriff auf Medizinisches Wissen sowie Zugang zur Elektronischen Post ermöglichen. Zusätzlich hat der Arzt die Möglichkeit über eine asynchrone Kommunikationsschnittstelle persönlich erstellte, ggf. diktierete Dokumente und wesentliche Literaturauszüge zwischen seinem mobilen Kleinstcomputer und dem restlichen Krankenhausinformationssystem auszutauschen. Dies könnte ihn auf Dienstreisen sowie bei der Arbeit zu Hause unterstützen.

Entscheidungshilfen / Empfehlung

Neben den eher technischen Aspekten aus Tabelle 4-10 müssen bei einer Entscheidung für asynchrone oder synchrone Kommunikationsverbindungen die Anzahl der kooperierenden Personen, die in die durch mobile Kleinstcomputer zu realisierenden Verfahren involviert sind, berücksichtigt werden. Asynchrone Kommunikationsschnittstellen sind unangemessen, wenn mehrere Personen gleichzeitig Daten mit dem mobilen Kleinstcomputer Daten erfassen und diese sehr zeitnah von anderen Anwendungssystemen oder Personen benötigt werden. Asynchrone Kommunikationsverbindungen empfehlen sich daher primär bei Anwendungssystemen, in denen keine absolute Zeitnähe gefordert ist, bei Tätigkeiten, die in ihrer Dauer klar abgegrenzt sind und am besten von nur einer Person zu einem Zeitpunkt durchgeführt werden. Das asynchrone Bereitstellen von Nachschlagewerken wie z.B. der Roten Liste kann zu sehr hohen Kosten führen, da man dann unter Umständen sehr viele Lizenzen benötigt. Das Verteilen und aktualisieren der Softwareprodukte kann einen erheblichen Aufwand erzeugen.

Aus Sicht der Anwender muß abgewägt werden, ob geringere Antwortzeiten durch häufige Netzwerkzugriffe im Falle von synchronen Kommunikationsverbindungen besser erträglich sind, als Wartezeiten zum 'en bloc' Abgleichen aller auf dem mobilen Gerät verfügbaren Daten. Dies hängt unter anderem davon ab, wie oft eine Synchronisation stattfinden muß und wie lange sie dauert.

Kommunikations-schnittstelle	synchron	asynchron
		
Definition	Während der Erfüllung einer informationsverarbeitenden Aufgabe wird auf Daten eines festin-	Während der Erfüllung einer informationsverarbeitenden Aufgabe wird auf Daten eines auf dem

	stallierten Anwendungssystems zugegriffen. Auf dem mobilen Kleinstcomputer befindet sich nur eine Funktion eines festinstallierten Anwendungssystems.	mobilen Kleinstcomputers vorhandenen Anwendungssystems zugegriffen. In regelmäßigen Abständen, wenn Datenübertragungsverbindungen vorhanden sind, werden von aktuellen Daten empfangen und erfaßte Daten versendet.
Erläuterung	– Änderungen wirken sich augenblicklich auf den Master-Datenbestand aus. – Bekannte Locking-Mechanismen aus Mehrbenutzerdatenbanksystemen können verwendet werden.	– Änderungen wirken sich beiderseitig erst bei Abgleich mit dem Master-Datenbestand aus (= Synchronisation).
Realisierbar wenn	– Benutzer sich innerhalb eines leistungsfähigen Funknetzes bewegt; – Benutzer mobilen Kleinstcomputer primär an verschiedene Orte, an denen ein Anschluß ans Festnetz möglich ist (z.B. Docking-Stationen im Klinikum, Modemzugang von zu Hause) mitnehmen möchte. – auf die Datenbestände der zu integrierenden Anwendungssysteme effizient (d.h. mit garantierten Antwortzeiten) zugegriffen werden kann⁸	– immer. – alle in Kapitel 4.4 beschriebenen Datenübertragungsschnittstellen sind möglich Voraussetzung: Rechenkapazität und lokaler Speicher sind ausreichend.
Wichtig	- für mobiles Telefonieren und den mobilen Empfang von Notrufen sind Funknetze die einzige Alternative.	– Informationen müssen mit einem Aktualitäts-Zeitstempel versehen sein. – Da bei der Synchronisation Wartezeiten entstehen, sollte Wert auf hohe Datenübertragungsraten gelegt werden.
Vorteile	- 'zentrale' Datenhaltung → keine Synchronisationsaufwände → Datenschutz leichter realisierbar - Datenübertragung kann vom Benutzer transparent gehalten werden - Zeitnahe optimal	– auf mobilen Gerät lokal gehaltene Daten sind immer und überall verfügbar – Netzwerkentlastung - schnelle Antwortzeiten, weil während des Arbeitens keine Netzzugriffe notwendig sind.
Problematisch	– Begrenzte Mobilität – Netzabhängigkeit viele Netzzugriffe über evtl. langsame Datenübertragungsverbindungen verlangsamen die Antwortzeiten bei TCP/IP wird auf Protokollebene das Wechseln eines Subnetzes bisher nicht automatisch unterstützt!	- Synchronisationsaufwände zum Erhalten korrekter Redundanz bei der dezentralen Datenhaltung - Aufwände bei der Verteilung der Informationen auf sehr viele Geräte - Hohe Datenschutzanforderungen müssen auf dem mobilen Gerät realisiert werden.

Tabelle 4-10: Vor- und Nachteile asynchroner und synchroner Kommunikationsschnittstellen.

Meiner Meinung nach sollten innerhalb Krankenhauses, in dem viele Personen aus unterschiedlichen Funktionseinheiten bei der Behandlung eines Patienten kooperieren und der tägliche Patientendurchsatz hoch ist synchrone Kommunikationsverbindungen verwendet werden. Es hat sich schon bei der Dezentralisierung von Klinischen Dokumentationssystemen und Abteilungssystemen gezeigt, daß der Aufwand für eine verteilte Patientenbestandsführung enorm ist, was zumindest am Universitätsklinikum Heidelberg wieder zu einer Zentralisierung der Systeme geführt hat. Bei einer asynchronen Verteilung der Datenbestände auf viele Kleinstcomputer wäre der Aufwand meines Erachtens noch potenziert und zu hoch. Im ambulanten und niedergelassenen Bereich, wo das Einrichten von leistungsfähigen Funknetzen wesentlich schwieriger ist, sind asynchrone Kommunikationsverbindungen nützlich. Auch sind sie einfacher zu realisieren, weil z.B. genau ein Arzt oder eine Pflegekraft einen Hausbesuch macht und hierfür seine Informationen benötigt. Da es unzumutbar ist, daß der Arzt sich auf Kosten des Patienten über dessen

⁸ Ein effizientes Zugreifen kann unmöglich sein, weil zur Datenhaltung eines Anwendungssystems keine erwerbare Programmierschnittstelle vorliegt oder weil der Hersteller ein Zugreifen durch andere Programme als sein eigenes nicht zuläßt. Es kann auch die Politik des Betreibers eines Krankenhausinformationssystems sein, um eines Wildwuchs von Erweiterungen zu bestimmten Anwendungssystemen zu verhindern.

Telefonanschluß in sein Arztpraxissystem einwählt, um in diesem Informationen nachzuschauen, ist es hier wichtig und sinnvoll, daß die Daten lokal auf dem mobilen Kleinstcomputer vorhanden sind.

4.3.4 Realisierung der Kommunikationsverbindungen

Integrationsstrategien in Abhängigkeit von der KIS-Architektur

Anhand der umfangreichen Literatur zu heterogenen Krankenhausinformationssystemen (vgl. z.B. [Shortliffe et al. 1990; Bakker et al. 1992; Bryant 1992; Ehlers 1994; Winter 1994; Jostes et al. 1995]) läßt sich zusammenfassen, daß deren rechnerbasierte Teil in der Regel evolutionär entsteht. Am Anfang stehen meist zentrale Anwendungssysteme zur Patientenabrechnung und -administration. Diese werden in der Regel sukzessive durch momentan oft auf Client/Server Architektur basierenden Anwendungssysteme für die großen Funktionsbereiche der Klinischen Dokumentation und Archivierung, des Abteilungsmanagements und der Bereitstellung von Wissen sowie allgemeinen Werkzeugen zur Informationsverarbeitung ergänzt. Als Integrator dienen mittlerweile oftmals Kommunikationsserver, die den kontrollierten Nachrichtenaustausch auf Anwendungsebene unterstützten und dadurch zur Datenintegration z.B. bei einer verteilten Patientenbestandsführung beitragen. Hierbei wird zwecks Kommunikationsintegration die Verwendung von Kommunikationsstandards wie z.B. HL7 empfohlen (vgl. [Winter 1993; Degoulet et al. 1996]). Die Patientenstamm- und -falldaten werden in nahezu jedem in einem Krankenhaus eingesetzten Anwendungssystem benötigt. In lose, nur über den Kommunikationsserver gekoppelten Systemen werden sie von jedem Anwendungssystem redundant verwaltet. Es gibt Ansätze, bei denen die Patientenstamm- und -falldaten zentralistisch gehalten werden und andere Anwendungssysteme diese bedarfsorientiert anfragen bzw. referenzieren (vgl. z.B. [Wünnemann et al. 1996]). Es ist Ansichtssache, ob man über eine gemeinsame Datenbasis integrierte Anwendungssysteme als solche bezeichnet oder vielmehr als unterschiedliche Module bzw. Funktionen eines Anwendungssystems. Da es im Drei-Ebenen-Modell keine Konvention gibt, werde ich sie, sofern sie zusätzlich zur zentralen Datenbank noch eine eigene Datenverwaltung haben, als Anwendungssysteme, ansonsten als Funktionen bezeichnen. Mischformen mit zentraler Datenbasis und Kommunikationsserver sind ebenfalls denkbar. Einigkeit besteht inzwischen darüber, daß es in verteilten Systemen ein Anwendungssystem geben muß, dessen Patientendaten der sogenannte Patienten-Master-Index sind. Anhand von diesen kann die Richtigkeit bzw. Gültigkeit der Patientendaten bestimmt werden. Abbildung 4-2 zeigt die unterschiedlichen Architekturen stark vereinfacht und schematisiert. Berücksichtigt wird dabei, daß selten wirklich alle Anwendungssysteme auf die gleiche Weise integriert sind und, daß meist auch Insel-lösungen bzw. Anwendungssysteme, die nicht auf Daten anderer Anwendungssysteme angewiesen sind, vorhanden sind.

Nicht berücksichtigt werden modernere Integrationsstrategien durch Komponentensoftware und Middleware-Architekturen wie CORBA oder DHE, da diese noch in der Prototypphase sind (vgl. z.B. [Blobel, Holena 1997]). Außerdem bedarf es noch wissenschaftlicher Vorarbeiten, ob bzw. wie diese im Drei-Ebenen-Modell beschrieben werden können.

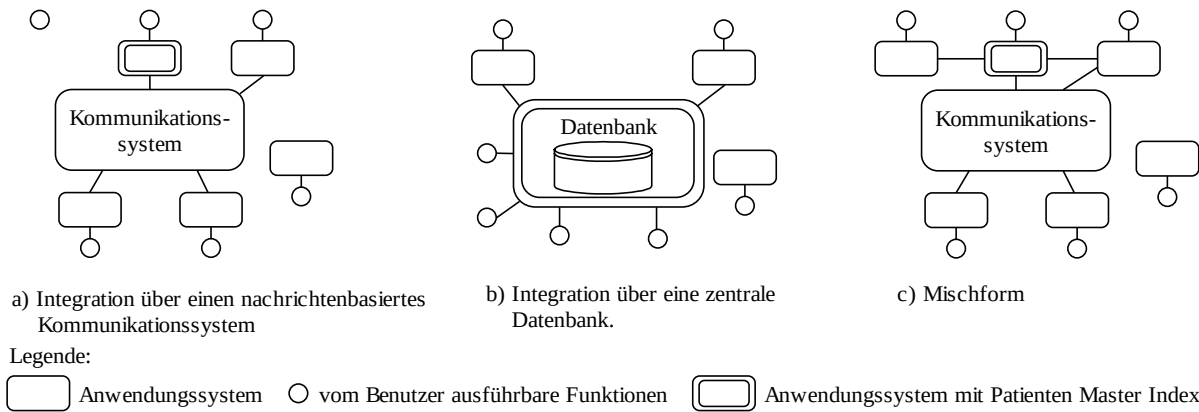


Abbildung 4-2: Architekturen heterogener Krankenhausinformationssysteme.

Der Integrationsaufwand für das Bereitstellen mobil benutzbarer Funktionen ist je höher, desto mehr unterschiedliche Anwendungssysteme zwecks Informationsbereitstellung oder Weiterverarbeitung erfaßter Informationen involviert sind. Anhand von Abbildung 4-2 ist erkennbar, daß es für die weiteren Überlegungen zur Integration mobiler Funktionen ausreicht die unterschiedlichen Typen von Anwendungssystemen, die in der Mischform auftauchen zu berücksichtigen. Denn das Anwendungssystem das in Abbildung 4-2 b) mit seiner zentralen Datenbank als Integrator dient ist eigentlich nichts anderes als ein Anwendungssystem, das sehr viel Funktionalität zur Verfügung stellt. Anhand von Abbildung 4-2c) ist zu erkennen, daß bei der Integration zwischen 3 Typen von Anwendungssystemen unterschieden werden muß: Insel-Anwendungssysteme, Anwendungssysteme mit Anschluß an das Kommunikationssystem und das Kommunikationssystem selbst. Zu den Insel-Anwendungssystemen gehören meist Anwendungssysteme, die den Zugriff auf Medizinisches Wissen oder Elektronische Post ermöglichen. Patientenbezogenen Verfahren sollten durch Anwendungssysteme, die Zugriff auf den Patienten-Master-Index haben oder über solche realisiert sein, die mittels Kommunikationssystem mit Patientendaten versorgt werden.

	Anwendungsspezifische Erstellung mobiler Funktionen	mit 'Gateway-System'
Insel-Anwendungssystem	möglich, wenn – Programmierschnittstelle zur Datenhaltung vorhanden und nutzbar, – Software-Entwicklungswerkzeuge für mobilen Klienten vorhanden sind. – das Anwendungssystem eine modulare Architektur besitzt und daher die Präsentationsschicht leicht ersetzt werden kann.	– optimiert evtl. Zugriffszeiten durch Zwischencache – gleicht Defizite des Anwendungssystems in Bezug auf die in Kapitel 4.3.1 formulierten Anforderungen aus.
Anwendungssystem mit Anschluß an den Kommunikationssystem	siehe bei Insel-Anwendungssystem, aber prüfen, ob es einfacher ist, über das Kommunikationssystem zu integrieren. Dies kann dann der Fall sein, wenn bereits andere Funktionalität mit Hilfe eines Gateways realisiert wird. Da Kommunikationsserver Nachrichten ereignisorientiert versenden, kann es ausgehend von diesen Ereignissen einfacher sein, die geforderten Benachrichtigungsmechanismen z.B. bei neu eingetroffenen Befunden zu realisieren.	
Kommunikationssystem	nicht möglich, weil empfangene Nachrichten gespeichert, verwaltet und zur Präsentation aufbereitet werden müssen.	ist die einzige Möglichkeit. Aufgaben und Realisierung siehe unten.

Tabelle 4-11: Integrationsmöglichkeiten mobiler Funktionen.

Eine knappe Übersicht über die Integrationsmöglichkeiten in Abhängigkeit von Anwendungssystemtyp gibt Tabelle 4-11. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten für die Integration mobiler Funktionen, die eine Möglichkeit besteht

in der anwendungsspezifischen Erstellung mobiler Funktionen (vgl. Abbildung 4-4), die andere schaltet zusätzlich ein 'mobiles Gateway-System' dazwischen (vgl.

Abbildung 4-3).

Verwendung eines 'mobilen Gateway-Systems'

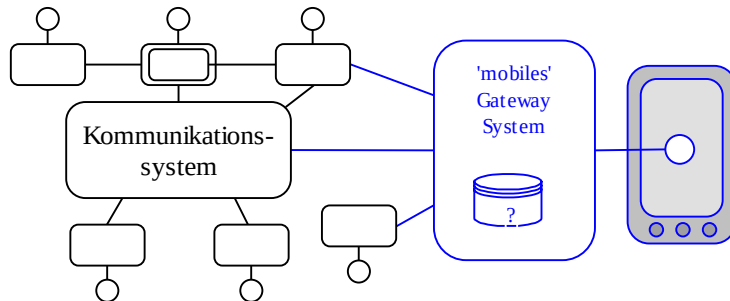


Abbildung 4-3: Integration mobiler Funktionen über 'mobiles Gateway-System'.

Während bei der anwendungsspezifischen Bereitstellung mobiler Funktionen diese primär als 'verlängerter Arm' der einzelnen Anwendungssysteme betrachtet werden, wird bei der Verwendung eines mobilen Gateway-Systems ein komplettes Anwendungssystem realisiert. Das mobile Gateway-System ist ein Anwendungssystem, welches das anwendungssystemübergreifende Integrieren mobiler Funktionen ermöglicht. Aufgaben des mobilen Gateway-Systems sind das Bereitstellen und ggf. Zwischenspeichern aller auf dem mobilen benötigter Informationen sowie die Weiterleitung der auf dem mobilen Kleinstcomputer erfaßten Daten. Hierbei übernimmt es alle notwendigen Konvertierungen und ist im Falle von replizierten Daten zuständig für das Realisieren korrekter Redundanz.

Eine mögliche dokumentenbasierte Realisierung dieser Architektur ist in Kapitel 2.4 beschrieben. An dieser Stelle können die Vorteile einer solchen Architektur nachgelesen werden. Dort sind, die für das mobile Gateway-System notwendigen Module dargestellt und erläutert. Der dokumentenbasierte Ansatz ist eine gute Metapher, da sich damit die konventionellen Formulare realitätsnah als Teile (Informationsobjekte) von rechnerbasierten Anwendungssystemen abbilden lassen. Da einzelne Datensätze einer bzw. mehrere Tabellen einer Datenbank oder einzelne Instanzen bestimmter Objekte ein Dokument widerspiegeln können, kann diese Architektur prinzipiell auch datenbankbasiert oder objektorientiert realisiert werden. Dies kann sich auf die Art der Kommunikationsschnittstelle zwischen mobilen Klienten und dem Gateway-System auswirken. Statt einer eher losen Kopplung über den Austausch von Dokumenten oder Nachrichten kann eine engere Kopplung durch die Datenbankschnittstelle entstehen. Dies kann sich positiv auf die notwendigen Optimierung dieser Kommunikationsschnittstelle auswirken.

Für die Kommunikationsschnittstelle zwischen dem mobilen Gateway-System und den anderen Anwendungssystemen des Krankenhausinformationssystems gilt, daß möglichst Kommunikationsstandards verwendet werden. Dies kann das Wiederverwenden einzelner Module ermöglichen und somit den Entwicklungsaufwand reduzieren. Als nachrichtenbasierter Standard bietet sich HL7 an, da durch seine mittlerweile weite Verbreitung viele Anwendungssysteme diesen unterstützen und für eine Vielzahl von im Gesundheitswesen relevanten Informationen Nachrichtentypen syntaktisch und semantisch definiert sind (vgl. z.B. [Blobel, Holena 1997] [Jostes et al. 1995]).

Eine solche Architektur empfiehlt sich, wenn auf Daten vieler verschiedener Anwendungssysteme zugegriffen werden muß und diese eventuell zur Erstellung der mobilen Sichten noch zusammengeführt werden müssen. Werden die auf dem mobilen Gerät zu präsentierenden bzw. dort erfaßten Daten primär über einen Kommunikationsserver bereitgestellt und weitergeleitet, so muß ein mobiles Gateway-System realisiert werden. In diesem Fall muß das mobile Gateway-System die auf dem mobilen Gerät zu verarbeitenden Daten zwischenspeichern (vgl.

Abbildung 4-3).

Dieser Ansatz empfiehlt sich dann, wenn asynchrone Kommunikationsschnittstellen bereitgestellt werden müssen, kann aber auch zur synchronen Anbindung verwendet werden. Dann arbeitet das mobile Gateway-System als eine Art Schleuse und beschränkt die eigene Datenhaltung auf Metainformationen wie z.B. die Benutzerverwaltung.

Anwendungsspezifische Erstellung mobiler Funktionen

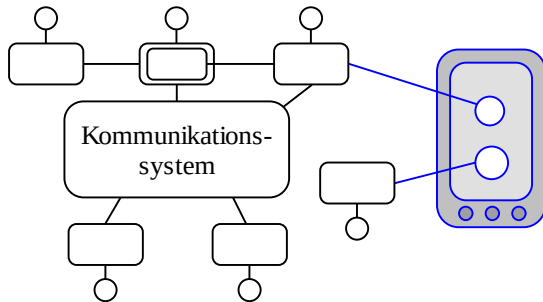


Abbildung 4-4: Anwendungsspezifische Erstellung mobiler Funktionen - "verlängerter Arm".

Dieser pragmatische Ansatz ist zu empfehlen, wenn die auf den mobilen Gerät benötigte Funktionalität durch sehr wenige Anwendungssysteme realisiert werden kann. Es müssen z.B. lediglich zwei Anwendungssysteme integriert werden, wenn es ein Anwendungssystem gibt, daß für die gesamte Klinische Dokumentation und Archivierung zuständig ist und ein 'WWW'-Anwendungssystem' die Bereitstellung der elektronischen Post und von Wissen übernimmt.

Sofern die mobilen Funktionen mittels synchroner Kommunikationsschnittstellen auf die Daten des Anwendungssystems zugreifen und das Anwendungssystem den in Kapitel 4.3.1 aufgelisteten Anforderungen gerecht wird, können diese durch einfache Anpassungen der stationären Präsentationsmodule erstellt werden.

Somit könnten die mobilen Funktionen direkt vom Hersteller des Anwendungssystems mitgeliefert werden oder von diesem durch einfache Anpassungen seiner bereits vorhandenen Präsentationsklienten erstellt werden. Dies kann Kosten und Entwicklungszeit sparen. Sofern asynchrone Kommunikationsschnittstellen zu den mobilen Funktionen realisiert oder Daten vorgefiltert werden müssen, ist es notwendig innerhalb des Anwendungssystems eine einfachere Version des mobilen Gateway-Systems zur Verfügung zu stellen. Die Vereinfachung gegenüber dem oben diskutierten System ergibt sich daraus, daß die im Anwendungssystem bereits vorhandenen Funktionen zur Benutzerverwaltung, das Berechtigungskonzept und benutzerspezifische Parametrierungen höchsten ausgebaut, nicht aber komplett neu entwickelt werden müssen.

Bei Verwendung asynchroner Kommunikationsschnittstellen muß zusätzlich bedacht werden, daß es für den Benutzer sehr umständlich ist bewußt Daten mit unterschiedlichen Anwendungssystemen synchronisieren zu müssen.

Dieser Ansatz stellt keine Lösungsalternative dar, wenn der Hersteller des Anwendungssystems den Zugriff auf 'seine' Datenbank durch andere Präsentationsklienten nicht gestattet oder keine Werkzeuge zur Verfügung stehen, mit denen diese für den mobilen Kleinstcomputer erstellt werden können. Dies kann aufgrund der häufig proprietären Betriebssysteme mobiler Kleinstcomputer durchaus vorkommen.

Wird die Kommunikationsschnittstelle zwischen den mobilen Funktionen und dem Anwendungssystem durch Datenübertragungsschnittstellen auf Basis von Telefon-Funknetzen wie z.B. DECT realisiert, so kann bei diesem Ansatz zusätzlich problematisch sein, daß alle Rechnersysteme der benötigten Anwendungssysteme sowohl am Daten-netz als auch Telefon-Funknetz angeschlossen sein müssen. Notwendige Zusatzmaßnahmen zwecks Datenschutz

wären dann komplexer zu lösen, als wenn die mobilen Kleinstcomputer nur mit einem Anwendungssystem z.B. dem oben erläuterten mobilen Gateway-System kommunizieren.

Das anwendungsspezifische Integrieren ist dann interessant, wenn in einem Krankenhausinformationssystem Klinische Arbeitsplatzsysteme auf Basis der Netzcomputer Technologie realisiert sind und im Zusammenhang mit den virtuellen Terminals (vgl. Kapitel 2.2, 2.3 und [Wyse 1997]). Wenn Klinische Dokumentationssysteme auf Basis von Groupwareprodukten realisiert sind, bietet sich diese Methode an.

Konkrete Realisierungsmöglichkeiten für ein 'mobiles Gateway-System'

Vor einer kompletten Eigenentwicklung des mobilen Gateway-Systems sollte überprüft werden, ob sich der Entwicklungsaufwand durch das Verwenden der hier vorgestellten Realisierungsmöglichkeiten vermindern läßt. Bei einer Eigenentwicklung sollten unbedingt die Verwendbarkeit des CORBA Standards sowie die WWW-Technologie untersucht werden.

Groupware

Unter Groupware sind in Anlehnung an [Yousfi et al. 1995] und [Romisch 1996] rechnerunterstützte Anwendungssysteme zu verstehen, welche eine Gruppe von Personen beim Erfüllen ihrer gemeinsamen Aufgaben unterstützt. Dabei soll insbesondere die Kommunikation sowie die Koordination ihrer Zusammenarbeit unterstützt werden. Wie bereits in [Werner 1996], S. 65 erwähnt, eignen sich diese sehr gut für das Erstellen von dokumentenbasierten Anwendungssystemen und unterstützen bereits viele von dem mobilen Gateway-System zu gewährleistenden Funktionen z.B. die Benutzerverwaltung, ein Replikationsmanagement oder das automatische personenbezogene Weiterleiten von Informationen. Nach [Romisch 1996] können Groupwareprodukte als außerordentlich parametrisierbare Softwareprodukte betrachtet werden und somit in die logische Werkzeugebene Drei-Ebenen-Modells eingeordnet werden.

Zu dem gängigsten Groupwareprodukt Lotus Notes werden inzwischen Klienten für PDAs angeboten (vgl. [Cadenza 1998]). Diese ermöglichen ein synchrones und asynchrones Zugreifen auf alle in den Lotus Notes Servern vorgehaltenen Informationen. Nachrichten der Elektronischen Post können damit empfangen, gelesen, geschrieben und versendet werden. Es gibt sogar eine Komponente, die es ermöglicht Nachrichten der Elektronischen Post mit SMS Nachrichten, die auf Pagers oder in Handies abgerufen werden können, automatisch zu synchronisieren.

Während [Romisch 1996] zeigt, daß es möglich ist, ein Anwendungssystem zum Führen einer elektronischen Patientenakte grundsätzlich auf Basis eines Groupwareproduktes (Lotus Notes) zu erstellen und in der Literatur vermehrt gefordert wird, das CSCW Aspekte und Workflowmanagement mehr bei Anwendungssystemen eines Krankenhausinformationssystems berücksichtigt werden sollten (vgl. z.B. [Greenes 1993],[Reichert et al. 1996]) wird in der Literatur bisher nicht über die Realisierung von klinischen Anwendungssystemen auf der Basis von Groupwareprodukten berichtet. Dies schließt natürlich nicht aus, daß sie bereits von unterschiedlichen Institutionen oder einzelnen Abteilungen eingesetzt werden.

Für auf Basis von Lotus Notes erstellte Anwendungssystemen wäre das anwendungsspezifische Bereitstellen der mobilen Funktionen dadurch sehr einfach. Der Einsatz eines Groupwaresoftwareproduktes nur zur Realisierung des mobilen Gateway-Systems dagegen kann sehr teuer in der Beschaffung und sehr aufwendig in der Parametrierung sein.

Elektronische Post

Benutzt man als mobiles Gateway-System das Anwendungssystem, das die Elektronische Post realisiert, so kann neben dem Austausch persönlicher Nachrichten, nur die Bereitstellung von aktuellen Befunden ermöglicht werden. Da diese jedoch neben der Unterstützung der interpersonellen Kommunikation zu den wichtigsten, zeitkritischen

mobil benötigten Informationen gehören, kann damit bereits ein Mehrwert erreicht werden. Das Präsentieren von Kurzbefunden oder einzelnen auffälligen Laborwerten funktioniert sogar auf einem mobilen Telefon mit erweiterten Display.

Voraussetzung für diese Variante ist, daß ein Anwendungssystem, z.B. der Kommunikationsserver aktiv die Befunde an einen Verteiler des Mailsystems versendet (vgl. Abbildung 4-5). Einfach zu realisieren ist dies nur, wenn die Befunde zusätzlich durch ein anderes Anwendungssystem patientenbezogen archiviert werden, also auf dem mobilen Kleinstcomputer wirklich nur solange präsentiert werden wie, der Benutzer des Gerätes dies wünscht. Aus Datensicherheitsgründen, muß gewährleistet werden, daß die so verschickten Befunde nicht wie viele Elektronische Post beliebig durchs Internet, sondern gezielt nur innerhalb des Klinikums, geroutet werden.

Obwohl es grundsätzlich möglich wäre, in der Elektronischen Post Formularvorlagen für eine elektronische Leistungsanforderung zu realisieren, ist davon abzuraten. Weder der Patientennamen noch seine Diagnose können dann automatisch in das Formular übernommen werden. Die strukturierte Weiterverarbeitung, z.B. eine patientenbezogene Archivierung, ist nur bedingt möglich.

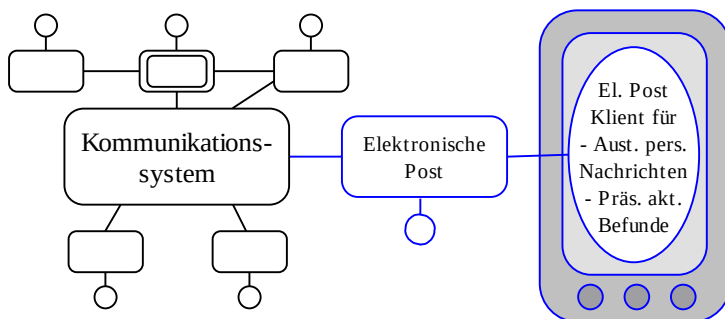


Abbildung 4-5: Integration unter Verwendung der Elektronischen Post.

Intranet / WWW-Server

Die Internet-Technologie besteht aus Hypertext-Servern (WWW Servern) und Web-Browsern für die Klienten. Die Kommunikation zwischen einzelnen WWW-Servern, aber auch die zwischen Server und Klient basiert auf TCP/IP und darüberliegend auf dem HTTP Protokoll (HyperText Transfer Protocol). HTTP ist ein request-response Protokoll, das bei Dokumentenanfrage die Verbindung zu dem in der URL⁹ definierten WWW-Server solange herstellt, bis das angefragte Dokument auf das Rechnersystem des Klienten übertragen ist. Danach wird die Verbindung sofort wieder abgebaut. Die Dokumente eines WWW-Servers können verschiedenste Dateiformate haben, ein Hypertext-Navigieren ist jedoch nur in denen bzw. von denen aus möglich, die im HTML-Format (HyperText Markup Language) vorliegen. HTML Dokumente sind ASCII-Dokumente, deren Textinhalt durch spezielle Markierungen ('Tags') um Strukturinformationen und Verzweigungsverweise auf andere Dokumente aber auch Formularelemente, die Benutzereingaben verlangen, erweitert ist. Es wurde sich zumindest anfangs bewußt auf die Codierung von Strukturinformationen beschränkt und auf genaue Layoutangaben verzichtet. Dadurch können HTML-Dokumente Plattform unabhängig in unterschiedlichen präsentiert werden, angepaßt an den dem Benutzer zur Verfügung stehen-

⁹ URL steht für Universal Resource Locator, das ist die einheitliche Adressierung von Dokumenten der WWW-Server im Internet (Bsp: <http://www.ukl.uni-heidelberg.de/Uni-Net/Inhalt.htm> - Die Seite Inhalt.htm liegt auf dem WWW-Server uki der Uni Heidelberg im Verzeichnis Uni-Net).

den Bildschirm und dessen Benutzungsoberfläche.¹⁰ HTML-Dokumente können unter Verwendung geeigneter Editoren genauso wie andere Dokumente erstellt und statisch auf einem WWW-Server gespeichert werden. Es besteht zusätzlich die Möglichkeit HTML-Dokumente dynamisch zu generieren. Hierfür werden mit Hilfe von Skripten oder Programmen, die in beliebigen Programmiersprachen wie z.B. C/C++, Perl, TCL geschrieben sein können, HTML-Seiten generiert, z.B. durch Extraktion von Daten aus Datenbanken (vgl. Abbildung 4-6, in Analogie zu Kapitel 2.4 werden die Programme bzw. Skripten als Agenten bezeichnet). Über das Common Gateway Interface (CGI) werden diese Agenten aktiviert. Das Übergeben von Parametern ist dabei möglich. Reine HTML-Seiten bieten in puncto Benutzerinteraktion nur eine seitenweise Verarbeitung (vergleichbar zu Großrechner Terminal-Oberflächen) und sind daher den modernen feldorientierten graphischen Benutzungsschnittstellen (GUIs) unterlegen. Diese Differenz kann mittlerweile jedoch durch kleine über das Netz ladbare Programme (=Applets, die meist in der Programmiersprache Java erstellt sind) ausgeglichen werden (vgl. z.B. [Bauer 1997]). Voraussetzung ist dabei, daß der WWW-Browser ein Java-Laufzeitsystem bereitstellt.

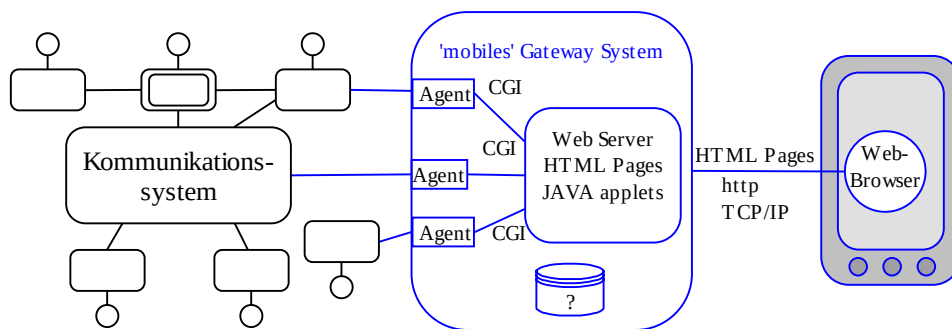


Abbildung 4-6: Integration unter Verwendung eines Intranet WWW-Servers.

Anhand obiger Ausführungen wird deutlich, daß eine Integration unter Verwendung eines WWW-Servers grundsätzlich möglich sein müßte. Hierbei entsteht nicht unerheblicher Aufwand bei der Einrichtung des WWW-Servers und für die Entwicklung der Agenten. Bei einem Agenten, der direkt Nachrichten aus dem Kommunikationsserver empfängt muß entschieden werden, ob diese direkt in HTML-Dokumente transferiert werden oder ob man sie in einer zusätzlichen Datenbank zwischenspeichert und erst bei gezielten Anfragen die HTML-Dokumente erzeugt. Ein Zwischenspeichern kann für das Generieren von unterschiedlichen Sichten auf die Informationen nützlich sein. Dieser Agent ist also komplexer als die Agenten, die lediglich Daten aus Datenbanken anderen Anwendungssysteme extrahieren.

In [Cimino et al. 1995] ist gezeigt, daß mittels dieser Technologie ein Klinisches Arbeitsplatzsystem geschaffen werden kann, an dem unter Verwendung eines WWW-Browsers einheitlich auf patientenbezogene Informationen unterschiedlichster Anwendungssysteme zugegriffen werden kann. Ein kontextbezogener Aufruf der Medline und einiger Ressourcen aus dem Internet konnten dabei integriert werden. Die Kommunikation zwischen den Agenten

¹⁰ Der Sprachumfang von HTML wächst ständig. Seine Standardisierung und die seiner Derivate wird seit 1994 durch das World Wide Web Consortium (W3C) geregelt. Durch dieses unabhängige Gremium soll vermieden werden, daß die Sprache zu Browserspezifisch erweitert wird und somit die Unabhängig verloren geht. In der Praxis gibt es jedoch trotzdem immer mehr WWW-Seiten, die sich nur in bestimmten WWW-Browsern darstellen lassen. Seit Dezember 1997 ist HTML 4 verabschiedet, der HTML um viele Aspekte erweitert, jedoch bisher wenig Anwendung findet (vgl. [Beyer 1998]).

und den Anwendungssystemen wurde standardisiert unter Verwendung von HL7 realisiert. Zwecks semantischer Integration wurde dort zusätzlich ein "Vocabulary Server" und eine "Clinical Data Server" implementiert. Sicherheitsprobleme, die sich aus im WWW verwendeten Hypertext-Navigationsmodell ergeben, konnten durch das Realisieren einer zweistufigen Authentifikationskomponente gelöst werden. Die Antwortzeiten am Browser unterschiedlicher Rechnersysteme sind akzeptabel.

Vorteile einer solchen Integration mobiler Funktionen sind die Flexibilität bei der Erstellung der Agenten und noch wichtiger die durch Verwenden der Browser-Technologie entstehende Plattformunabhängigkeit. Letzteres ist wegen der oft proprietären Betriebssysteme sowie des rasanten technologischen Fortschritt im Bereich der mobilen Kleinstcomputer ein großer Vorteil. Dieser wird jedoch dadurch stark gemindert, daß noch längst nicht für alle mobilen Kleinstcomputer WWW-Browser erhältlich sind. Es sind noch keine mit Java-Laufzeitumgebung verfügbar.

Ein weiterer Vorteil der Verwendung der WWW-Technologie sind, daß der Zugriff auf Medizinisches Wissen durch das Bereitstellen der bereits existierenden www-basierten Versionen oft benötigter Literatur, wie z.B. der Roten Liste oder evtl. bereits auf internen WWW-Servern gepflegte Telefonverzeichnissen und Hausstandards ohne Aufwand bewerkstelligt werden kann.

In [Williams 1997] ist gezeigt, daß sich ein WWW-Browser zumindest auf einem Pen-Computer bis auf bei Texteingaben stiftbasiert gut bedienen läßt. Mit abnehmender Bildschirmgröße eines mobilen Kleinstcomputers wird es jedoch schwieriger alle Informationen darzustellen. Dies gilt für multimediale Dokumenteninhalte und für Informationen, die benötigt werden, um dem Benutzer den Kontext der präsentierten Information visuell zu vermitteln. Anstelle des bei Hypertextsystemen verwendeten Navigationsmodells eines einfachen gerichteten Graphens wird nach [Unwired Planet Inc. 1997] eher ein deterministisch bestimmbares, transaktions-basiertes Navigationsmodell benötigt. Diese Probleme werden entweder durch eine Filterung von HTML-Seiten oder eine limitierte Gestaltung dieser für den Gebrauch auf mobilen Kleinstcomputern umgangen. Grundlegender behoben werden sie, wenn die auf dem mobilen Kleinstcomputer zu präsentierenden Informationen in der Handheld Device Markup Language (HDML) codiert werden. HDML ist eine ergänzende Alternative zu HTML, welche die gesamte Infrastruktur der WWW-Technologie verwendet, aber die Informationen an die Bedürfnisse der Kleinstcomputer angepaßt darstellt. HDML liegt außerdem das HDTP-Protokoll zugrunde.

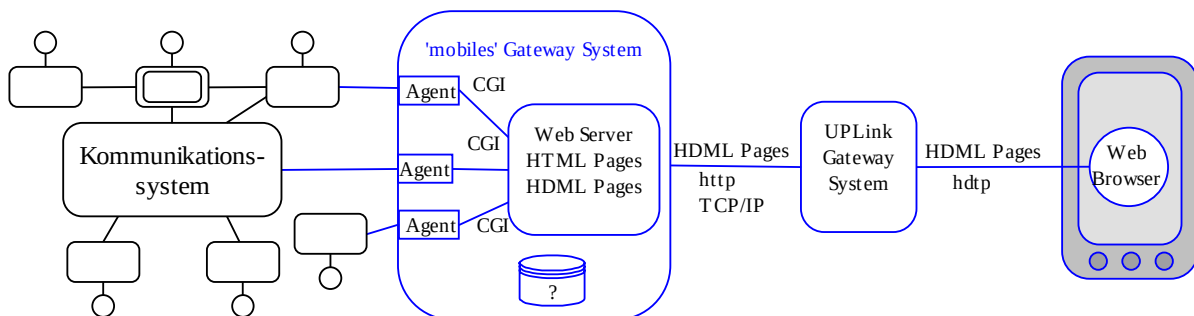


Abbildung 4-7: Verwendung der Intranet-Technologie in Verbindung mit HDML und hdp.

Dieses wurde von der Firma Unwired Planet zusammen mit HDML entwickelt, und für die Belange der drahtlosen Übermittlung optimiert. HDTP läßt sich automatisch aus HTTP generieren und sorgt zusätzlich für Komprimierung und Verschlüsselung auf der Luftschnittstelle.

Die Firma Unwired Planet stellt mittlerweile HDML-Browser für Handies und ein ausgereiftes UP-Link Gateway zur Transformation der Protokolle und Ergänzung zusätzlicher Funktionen zur Verfügung (vgl. Abbildung 4-7).

Ein Teil der Unadäquatheit von HTTP wird jedoch durch die Erweiterungen der neuen Version (1.1 statt der bisher verwendeten Version 1.0) bzw. durch die sicherere Version HTTPS behoben (vgl. [Williams 1997]).

Aufgrund der vielen Allianzen mit Handy- und einigen PDA-Herstellern, sowie der Einreichung des HDML Proposals bei dem World Wide Web Consortium (W3C), entwickelt sich HDML in Verbindung mit HDTP momentan zu einem Quasi Standard (vgl. [Unwired Planet Inc. 1997]). Ein Nachteil ist hierbei, daß HDML Seiten nicht automatisch aus HTML Seiten erzeugt werden können, sondern zusätzlich bereitgestellt werden müssen. Das UPLink Gateway sorgt dafür, daß Informationen aktiv auf die mobilen Klienten gesendet werden können, was bei normalen WWW-Browsern nicht der Fall ist. Es stellt es jedoch keine Möglichkeiten zur Realisierung asynchroner Kommunikationsverbindungen zur Verfügung. Die Intranet Technologie läßt sich nur für synchrone Kommunikationsverbindungen verwenden.

Kommunikationsserver

Die Ausnutzung eines evtl. bereits vorhandenen Kommunikationsservers als mobiles Gateway-System ist theoretisch vorstellbar, in der Praxis aber aus folgenden Gründen kaum umsetzbar. Das Argument, das hauptsächlich dagegen spricht ist, daß vor allem bei der Vergabe von persönlichen Geräten schnell eine Vielzahl von Geräten, von denen jedoch jeweils viele die gleichen Daten benötigen angeschlossen werden müssen. Dies kann Kommunikationsserver, die auf das Vermitteln von vielen Nachrichten zwischen wenigen Anwendungssystemen ausgelegt sind, überfordern. Zusätzlich müßte auf den mobilen Kleinstcomputern jeweils das komplettes Anwendungssystem installiert sein, was evtl. nicht mit der Ressourcenschwäche der Geräte zu vereinbaren ist. Durch die nur sehr lose Kopplung mit den anderen Anwendungssystemen wäre es dabei sehr aufwendig die gewünschten Sichten auf Informationen zu generieren. Das Erstellen eines reinen dokumentenerzeugenden Systems auf dem mobilen Kleinstcomputers wäre am ehesten noch denkbar.

4.4 Integration auf der physischen Werkzeugebene

4.4.1 Auswahl der mobilen Endgeräte

Anhand der Ergebnisse der Simulationsstudie (vgl. Kapitel 4.2) und den bisherigen Überlegungen in Kapitel 5 zeigt sich, daß es derzeit nicht *das* mobile Gerät gibt, welches die unterschiedlichen Bedürfnisse der unterschiedlichen Personen in den verschiedenen Situationen zur Kommunikations- und Informationsverarbeitung erfüllt. Die Auswahl der mobilen Geräte hängt von der zu realisierenden Funktionalität ab. Ein Hauptkriterium ist dabei, ob die mobile interpersonelle Kommunikation realisiert werden soll.

Das Realisieren der mobilen Kommunikation stellt extrem hohe Anforderungen an die Miniaturisierung der Geräte, damit diese, zwecks 100% Erreichbarkeit, wirklich immer mitgenommen werden können. Diese Miniaturisierung steht bei der derzeitig vorhandenen Technik im Widerspruch zu den Anforderungen für die Dateneingabe und -präsentation bei der mobilen Informationsverarbeitung. Eine physische Trennung zwischen Geräten zur mobilen Kommunikation und Informationsverarbeitung wird zunächst empfohlen.

Steht die Realisierung der mobilen Kommunikation im Mittelpunkt, empfehle ich momentan die Verwendung von erweiterten Mobiltelefonen (siehe Kapitel 2.3). Diese sind robust, sehr klein und, im Vergleich zu PDAs, kostengünstiger. Außerdem unterscheiden sie sich in der Bedienung kaum von herkömmlichen Telefonen, was das Erlernen der Benutzung vereinfacht. Verwendbar wären auch sehr kleine tastaturlose PDAs, die um die Kommunikationsfähigkeit erweitert worden sind. Diese auf dem Markt noch kaum vorhandenen Geräte hätten den Vorteil, daß längere Textnachrichten bzw. eine Übersicht von Nachrichten oder Auszüge aus dem elektronischen Telefonbuch besser angezeigt werden können, da der Bildschirm größer wäre. Zu prüfen bliebe jedoch, wie gut sich die Bildschirmstasten bedienen lassen. Wesentliche Auswahlkriterien von Mobiltelefonen sind in Tabelle 4-12 zusammengefaßt. Die geforderte Funktionalität ist in Kapitel 5.1.2 beim Verfahren "interpersonelle Kommunikation", die bereits käufliche Funktionalität in Kapitel 2.3, beschrieben. Die Auswahl der mobilen Endgeräte kann nicht unabhängig von der ge-

wählten Realisierung der Datenübertragungsschnittstellen erfolgen, da zur Minimierung des Gewichts die erforderlichen Netzwerkkomponenten fest eingebaut sind.

Größe
Abmessungen
Abstand Lautsprecher - Mikrofon
Gewicht
Antenne
robust, kurz
Empfangsempfindlichkeit im Gebäude / draußen
Akku
Dauersprechzeit
Betriebszeit im Standby- Modus
Zeit zur Wiederaufladung
leichter Wechsel
Tastenbedienung
fester Druckpunkt
Einhandbedienung
mehrzeiliges, kontrastreiches Display
Audioqualität
Form der Hörmuschel
Abschirmung von Störgeräuschen

Tabelle 4-12: Physische Auswahlkriterien für ein Mobiltelefon.

Die Auswahl von geeigneten mobilen Informationswerkzeugen ist sehr von den örtlichen Gegebenheiten, der vorhandenen Infrastruktur mit klinischen Arbeitsplatzsystem und davon abhängig, ob das Gerät als persönliches bzw. funktionsgebundenes Gerätes benutzt werden soll. Auf jeden Fall sollten diese Geräte so ausgelegt sein, bzw. erweitert werden können, daß mehrere oder alle der in Tabelle 4.3 aufgelisteten Verfahren damit realisiert werden können. Mobile Kleinstcomputer sind in der Beschaffung und Wartung zu teuer, um damit nur eine einzelne Funktion (z.B. die rechnerunterstützte Essensanforderung) durchzuführen. Bei einer stufenweisen Einführung der mobilen Informationswerkzeuge spricht nichts dagegen mit einer einzelnen Funktion zu beginnen. Nachdem anhand der in Kapitel 4.1 beschriebenen Situationen und Personen diejenigen ausgewählt wurden, in denen mit mobilen Kleinstcomputern gearbeitet werden soll, muß aus der Vielzahl der angebotenen Geräte das jeweils passende ausgewählt werden. Während bei persönlich genutzten Geräten die Miniaturisierung sowie eine sehr lange Akkulaufzeit die K.O. - Kriterien bilden, bestehen bei den funktionsgebunden eingesetzten Geräten mehr Entscheidungsspielräume. Im Gegensatz zu stationären Rechnersystemen, deren Leistungsfähigkeit z.B. anhand von Prozessoren und deren Taktraten sowie Hauptspeicher verglichen werden kann, ist es bei den mobilen Kleinstcomputern schwierig die Leistungsfähigkeit zu vergleichen. Die verschiedenen Geräte sind mit unterschiedlichsten Prozessoren ausgestattet (bei PDAs zum Großteil RISC Prozessoren). Dadurch können Merkmale wie, z.B. die Taktraten, schlecht verglichen werden. Ein Einschätzen der Leistungsfähigkeit ist daher nur möglich, wenn man die verschiedenen Geräte ausprobiert, am besten mit der darauf zu installierenden Software. Zusätzlich müssen eine Reihe von weiteren Kriterien bei der Auswahl berücksichtigt werden. Tabelle 4-13 listet diese auf und kommentiert sie. Der Schwerpunkt liegt dabei bewußt bei qualitativen Anforderungen, da sich technische Details zu schnell ändern.

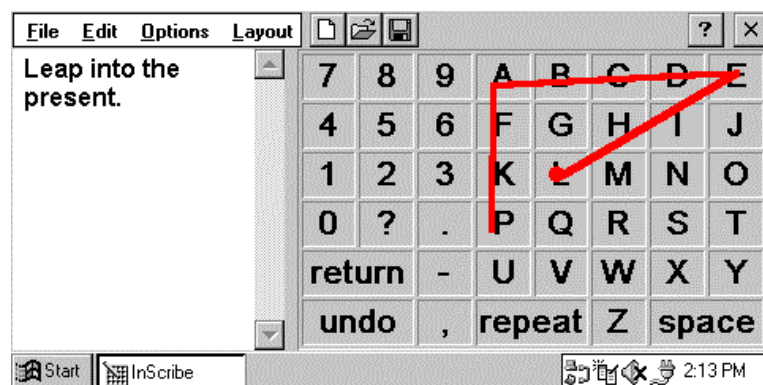
Kriterium	Kommentar
Größe	Je größer das Gerät ist, desto größer ist häufig der Bildschirm. Es ist auf jeden Fall auf eine gute Relation zwischen Gerätegröße und Bildschirmgröße zu achten! Für persönliche Geräte sollte das Ausmaß nicht die Größe einer Kitteltasche übersteigen. Für funktionsgebundene Geräte gilt als Orientierung DIN A4.
Gewicht	Je leichter desto besser! Die in den Studien getesteten Geräte wurden beide als zu schwer

	beurteilt. Geräte, die inklusive Batterien und Datenübertragungshardware mehr als 1 kg wiegen sind stehend (am Krankenbett, bei der Visite) nicht verwendbar. Bei persönlich genutzten, immer mitgeführten Geräten sind 400g die Obergrenze.
Akkus	Wesentliche Kriterien sind hier die Laufzeit und die Dauer der Wiederaufladung. Zusätzlich sollte der Akku einfach zu wechseln sein, da alle bisher auf dem Markt vorhandenen Geräte nicht ausreichend lange Akkulaufzeiten haben. Diese wären für persönliche Geräte mind. 1 Arbeitsschicht, eher sogar 2-3 Schichten, bei funktionsbezogenen Geräten kommt man evtl. mit geringeren Laufzeiten aus. Als Technologie empfehlen sich Lithiumionen-Akkus, weil diese im Vergleich zu NIMH- (Nickelmetallhydrid) Akkus mehr Energie bei geringerem Gewicht speichern, einen unkritischen Ladezyklus bei geringerer Selbstentladung haben, und sich kein Memory-Effekt bemerkbar macht. Neben den technischen Werten des Akkus spielt das Power-Management des Gerätes eine Rolle. Zusätzlich muß geprüft werden, ob das Gerät wegen langen Bootzeiten immer eingeschaltet bleiben muß oder, weil es keine Bootzeiten hat, immer wieder ausgeschaltet werden kann. Nicht zuletzt muß bedacht werden, daß Netzadapter und Netzwerkzugriffe sehr viel Energie verbrauchen!
Ladestation	Hierin sollten die Geräte, ohne daß man die Akkus entnehmen muß oder Kabelverbindungen herstellen muß, wieder aufgeladen werden. Eine Ladestation sollte ein bis mehrere Geräte fassen, aber auch einzelne Ersatz-Akkus aufladen. Unter Umständen sollte es möglich sein, diese Station zu einer 'Docking' Station auszubauen, damit Datensicherungen automatisch durchgeführt werden können. Weitere Details sind in Kapitel 4.6 nachzulesen.
Prozessor	Wie oben bereits beschrieben ist hier der Vergleich, bzw. eine Empfehlung aufgrund der vielen unterschiedlich verwendeten Prozessoren problematisch.
Betriebssystem	Auf die Vielfalt der auf mobilen Kleincomputern verwendeten Betriebssysteme wird in Kapitel 2.3 eingegangen. Wichtigste Anforderungen an ein Betriebssystem, daß das mobile Arbeiten unterstützt, sind: – Sehr kurze Bootzeit, bzw. sehr Energiesparender Standby-Modus – Einfachklick (statt Doppelklick, z.B. zum Starten eines Programms), – Speicheroptimierung, – einfach, übersichtliche, intuitive Benutzungsoberfläche, – insbesondere bei tastaturlosen Geräten gute Handschrifterkennung und Sprachsteuerung und -eingabe. Diese Anforderungen werden von gängigen, auf stationären Rechnersystemen verfügbaren Betriebssystemen nicht erfüllt. Aus diesem Grunde sind diese bestenfalls für Notebooks, nicht aber für PDAs und Pen-Computer geeignet. Bedauerlich, da einheitliche Betriebssysteme viel Entwicklungszeit für Software sparen können.
Speicher	Der Speicherbedarf hängt stark von dem Betriebssystem ab, sollte aber durch Speicherkarten (z.B. PC Cards) erweiterbar sein. Bei PDAs rangiert dieser zwischen 2-12 MB RAM sowie um die 4 MB ROM; Pen-Computer und Notebooks warten mit den 'schmalen' stationären Rechnersystemen vergleichbaren Speicherkapazitäten von 16-128 MB Hauptspeicher und einen nahezu Gigabyte großem Plattenspeicher auf.
Gehäuse	Je häufiger der Kleincomputer mitgenommen wird, desto wichtiger ist es, daß sein Gehäuse stoßfest ist, und robust bei Fall schützt. Desweiteren sollte es leicht gereinigt werden können und resistent gegen Desinfektionsmittel abdichten. Kleine, schwer zu öffnende Klappen, sind genauso unerwünscht wie leicht abbrechbare, hervorstehende Kleinteile (z.B. Antennen) oder ungeschützte Schnittstellen. Extra Schutzhüllen können in der Regel Mängel am Gehäuse nicht ausgleichen und vermindern zusätzlich die Einsicht auf den Bildschirm.
Schnittstellen	Zu den gängigen Schnittstellen gehören PC-Card Slots, die Erweiterungsmöglichkeiten in Bezug auf Speicher, Modems, Funkadapter oder Chipkartenleser bieten sowie eine serielle Schnittstelle und oftmals eine Infrarotschnittstelle. Vor allem Pen-Computer und Notebooks bieten darüber hinaus Anschlußmöglichkeiten für große Monitore und externe Tastaturen. Während die Infrarotschnittstellen nur genutzt werden können, wenn andere eingesetzte Geräte, z.B. Drucker, über diese Schnittstelle verfügen und eventuell Kabelsalat beim Anschluß externer Peripheriegeräte einsparen, stellen die PC-Card Slots durch ihre Flexibilität die wichtigste Schnittstelle dar. Solange die Funkadapter nicht direkt in die Kleincomputer integriert sind, sollte der mobile Kleincomputer für den Einsatz in der Klinikroutine eigentlich 2 PC-Card Slots haben - einen zur Realisierung der Datenübertragungsschnittstelle

	und einen für Speichererweiterung oder einen 'SmartCard Dienstaussweis' bei persönlichen Geräten. Die Forderung nach zwei PC-Card Slots ist jedoch leider mit den Miniaturanforderungen bei PDAs schwer vereinbar.
Ersatzteilgarantie	Aufgrund des rasanten technologischen Fortschrittes auf dem Markt der Kleinstcomputer, ist es ratsam darauf zu achten, daß der Hersteller die Lieferung von Ersatzteilen und eine Abwärtskompatibilität garantiert.
Ausgabeperipherie	
Bildschirm	Neben der Bildschirmgröße spielt vor allem die Darstellungsqualität eine wichtige Rolle. Für diese sind Entspiegelung und Hintergrundbeleuchtung sowie guter Bildkontrast und 4 - 16 Graustufen wichtiger als (energieraubende) Farbe. Die Bildschirmauflösung übersteigt bei mobilen Kleinstcomputer bisher nicht die 640*480 Pixel, sondern liegt eher noch darunter. Aus diesem Grunde eignen sie sich nicht für die Betrachtung von Röntgen- oder CT-Bildern. Hier werden z.B. von [GMDS AG KAS 1996] mind. 1600 x1200 Pixel gefordert. Diese bieten zur Zeit nicht einmal Notebooks der Oberklasse. Die Bildschirme der Kleinstcomputer sind als Touch-Screen auch Eingabemedium. Hierfür ist darauf zu achten, daß ihre Oberfläche nicht zu glatt ist. Das erschwert das Schreiben. In diesem Zusammenhang ist bei Geräten, die aufgeklappt werden -das sind in der Regel die mit Tastatur - wichtig, daß der Bildschirm soweit aufklappt, daß er flach auf der Unterlage aufliegt. Ansonsten kippt das Gerät bei jeder Dateneingabe (vgl. [Rink 1998]).
Lautsprecher	Dieser sollte sich an der Oberseite des Gerätes befinden und ist u.a. wichtig, wenn Sprachnachrichten mit dem Gerät abgehört werden.
Eingabeperipherie	
Mausersatz	Bei PDAs und Pen-Computern haben sich Spezialstifte, mit denen auf dem Touch-Screen getippt bzw. geschrieben wird, durchgesetzt. Hierbei ist wichtig, daß der Stift gut in der Hand liegt, eine auf den Bildschirm abgestimmte Spitze hat. Die Güte des Stiftes trägt viel zum Erfolg bei der Dateneingabe bei. Der Stift muß einfach am Gerät befestigt werden können (bei funktionsgebundenen Geräten evtl. zusätzlich angebunden). Versteckte, schwer zu öffnende Klappen für den Stift nützen nichts, sondern tragen eher zum Verlieren des Stiftes bei.
Tastatur	Die Tastatur stellt bei der Eingabe von Texten und häufig verwendeten Befehlen das beliebteste Eingabemedium dar. Je kleiner der Kleinstcomputer ist, desto schwieriger wird es die Bedienung der Tastatur. Auf jeden Fall erhöht sie das Gewicht und die Größe des Kleinstcomputers. Entscheidet man sich dennoch für ein Gerät mit Tastatur, so sollte darauf geachtet werden, daß die Tasten griffig und möglichst quadratisch oder sogar rund sind, über einen deutlichen Druckpunkt verfügen und genügend weit auseinander liegen. Für die Arbeit in eher dunklen Patientenzimmern muß die Tastatur ebenso hintergrundbeleuchtet sein wie der Bildschirm. Verläßt man sich stattdessen auf eine virtuelle Bildschirmtastatur, so sollte diese vom Betriebssystem bereitgestellt werden und in jedem Anwendungssystem zur Verfügung stehen. Zur Überwindung der tastaturlosen Eingabehindernisse wird noch immer viel geforscht und entwickelt. So gibt es neuartige virtuelle Tastaturen (vgl. Abb 4-8.) oder Gestenschriften, welche die Präzision der Handschrifterkennung erhöhen, aber den Nachteil haben, daß die Benutzer eine neue Schrift lernen müssen.
Mikrofon	Es sollte sich an der Oberseite des Gerätes befinden und wird im Zusammenhang mit Spracheingabe und Sprachsteuerung vor allem dann interessant, wenn der Kleinstcomputer Diktiergeräte ablöst. Die Spracheingabe wird im Krankenhaus nie das geschriebene Wort ablösen, da es Situationen gibt, in denen man nicht diktieren kann (z.B. in geräuschvollen Gängen, in Gegenwart des Patienten). Ein Aufzeichnen des gesamten Gespräches hätte zu wenig Informationsdichte und würde bei automatischer Spracherkennung durch das später notwendige Verdichten zusätzliche Arbeit erzeugen. Voraussetzung für eine Routine-Nutzung der in Kleinstcomputern eingebauten Mikrophone wäre eine bessere Qualität der Mikrophone als derzeit vorhanden (vgl. [Rink 1998]).
Barcodeleser, Kartenlesegeräte	Diese Erweiterungen gehören nicht zum Standardumfang eines Kleinstcomputers. Sie können diesen aber, wenn sie zur Anforderung von Material und Medikamenten eingesetzt werden, sinnvoll ergänzen. Kartenlesegeräte spielen vor allem im ambulanten Bereich, zum Einlesen der Krankenversichertenkarte eine Rolle. Werden in einem Krankenhaus Magnet- oder Chipkarten als Organisationsmittel verwendet, so können diese zusammen mit dem Kartenlesegerät eine schwach integrierte, jedoch für Spezialdokumentationen oder die Erhe-

	bung von Forschungsdaten ausreichenden Realisation der Kommunikationsschnittstellen, verwendet werden.
--	--

Tabelle 4-13: Kriterien für die Auswahl mobiler Kleinstcomputer.



Enter LEAP with just 3 lines!

Abbildung 4-8: Neuartige virtuelle Tastatur: Zur Eingabe eines Wortes müssen nur die gewünschten Tasten abgefahren werden. Absetzen des Stiftes beendet das Wort. Diese Art der Texteingabe lässt sich schnell erlernen und ist echtem Schreiben ähnlicher als das abgehackte antippen einzelner Buchstaben. Leider ist dies bisher nur ein Zusatzprogramm und nicht Bestandteil eines Betriebssystems (vgl. [Ilium-Software 1998]).

Ausblick - wie sollte das mobile Gerät der Zukunft aussehen?

Die Trennung der Geräte, in sehr kleine mobile Telefone und etwas größere mobile Kleinstcomputer für die Informationsverarbeitung, lässt darauf schließen, daß es die optimale Hardware für einen Medizinischen Informationsassistenten wie er in Kapitel 2.4 konzipiert wurde, derzeit nicht gibt. Dennoch könnte man sich vorstellen, daß in fernerer Zukunft der PDA mit dem Mobiltelefon verschmilzt. Dies hätte Vorteile für besonders mobile Ärzte, Therapeuten, Hebammen und Personal im ambulanten Bereich, da diese Personen dann keine zwei Geräte mitnehmen müssen.

Hierfür müssen PDAs vom Gewicht her noch leichter und in der Bedienung einfacher werden. Bei der Entwicklung eines solchen Gerätes sollten u.a. folgende Punkte beachtet werden:

Die Sprechereinheit sollte abnehmbar sein, damit man auf dem PDA während eines Gesprächs Notizen machen kann. Sie muß aber für den Transport, und beim Nicht-Telefonieren fest mit dem PDA verbunden sein. Es dürfen sich keine Kabel verwirren, oder störende Teile vorhanden sein. Eventuell empfiehlt sich eine Infrarotschnittstelle zwischen den beiden Komponenten. Um die Einschränkungen des zu kleinen Bildschirms zu überwinden, könnte eine miniaturisierte Beamertechnik entwickelt werden, die es dem Benutzer ermöglicht, den Bildschirminhalt an eine Wand zu projizieren. Dann könnten problemlos Kollegen mitschauen. Die Beamertechnik kann den Bildschirm jedoch nicht völlig ersetzen, da es z.B. unterwegs im Bus oder beim Warten im Freien keine Wände gibt. Es gibt Situationen, wo aus Datenschutzgründen niemand anderes die auf dem Bildschirm präsentierten Informationen sehen soll. Würden ähnlich wie bei Programmen der virtuellen Realität auch Eingabemöglichkeiten mit an die Wand projiziert, so könnte eventuell auch die Eingabemöglichkeiten erleichtert werden. Hierfür sind jedoch weitere Forschungsarbeiten im Bereich der Softwaregestaltung und vor allem im Bereich der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen notwendig. Eine nicht ganz so zukünftige Weiterentwicklung könnte die Verbesserung der Eingabestifte sein: Wären diese mit konventionellen Mienen von Kugelschreibern oder Filzstiften kombiniert, so entfiel der Stiftwechsel beim Medienwechsel zwischen Papier und Kleinstcomputer. Die Anzahl der herumzutragenden Stifte, wäre zusammen mit dem Risiko den Stift zu verlieren, vermindert.

4.4.2 Realisierung der Datenübertragungsschnittstellen

Die benötigte Hardwareintegration ist ohne eine Realisierung der Datenübertragungsschnittstellen zu den Rechnersystemen, die in Form von Servern gebraucht werden, um die geforderte Funktionalität zu realisieren, unmöglich. Je nach Architektur der Logischen Werkzeugebene muß ein mobiler Kleinstcomputer in der Lage sein mit einem oder mehreren Rechnersystemen des Krankenhausinformationssystems Daten auszutauschen. Es wird nur sehr selten, bei persönlich genutzten mobilen Kleinstcomputern notwendig sein, daß die Geräte direkt untereinander Informationen austauschen. Das einzige mir bekannte Beispiel hierfür wäre der Austausch von elektronischen Visitenkarten oder elektronischen Dokumenten in einer Besprechung. Es gibt PDAs, die diese Funktionalität, 'Beamen' genannt, mit Hilfe einer Infrarotschnittstelle bereitstellen. Sensible Daten, wie es patientbezogene Informationen darstellen, sollten aus Datenschutzgründen so nicht verbreitet werden können.

Die Mobilität wäre dann am besten unterstützt, wenn sich der Benutzer gar nicht um die Datenübertragung kümmern bräuchte, also den mobilen Kleinstcomputer ubiquitär benutzen kann ohne darüber nachzudenken, ob er Daten anfordern muß oder irgendein Server erreichbar ist oder nicht. Dies wäre mit einem hochleistungsfähigen Funknetz denkbar. Solche Netze sind noch in der Entwicklungs- und Aufbauphase. Man unterscheidet zwischen drahtlosen Erweiterungen bestehender Datennetze, wie z.B. Ethernet-Netzwerke und Funknetzen, die primär der mobilen Sprachkommunikation dienen.

Die inzwischen weitverbreiteten zellularen Mobilfunknetze nach dem GSM-Standard (z.B. D1, D2 und E-plus-Netz) ermöglichen die weltweite mobile Sprachkommunikation. Schnurlose digitale Telefone nach dem DECT-Standard ermöglichen die mobile Kommunikation innerhalb eines abgeschlossenen Bereichs (z.B. eines Klinikums). Aufgrund der geringeren Sendeleistung von DECT-Telefonen eignen sich diese besonders zum Einsatz in Bereichen, in denen eine möglichst geringe Störung anderer Geräte wichtig ist, z.B. im Krankenhaus. Beide Technologien sind auf die problemlose Koopplung mit ISDN-Netzen ausgelegt und können von Geräten unterschiedlicher Hersteller benutzt werden. Bestrebungen GSM- und DECT innerhalb eines Gerätes anzuwenden, sind im Gange (vgl. [Knuutila et al. 1997]). Beide Technologien ermöglichen das Übertragen Daten - in GSM-Netzen unter 144 kbit/s, die DECT-Technik unter 1 MB/s. Diese Datenübertragungsgeschwindigkeiten sind im Vergleich zu denen der Festnetze (Ethernet z.B. 10 Mbit/s) eher gering. Die drahtlosen Funk-Adapter bzw. Funk-Bridges, mit denen bestehende Ethernetnetzwerke erweitert werden können, bieten höhere Datenübertragungsraten, bis zu 2 Mbit/s (vgl. [Ungerer 1996]). Selbst für die bandbreiteren und in puncto Datenübertragung noch schnelleren ATM-Netzwerke (Asynchronic Transfer Mode) werden bereits drahtlose Funkadapter entwickelt und im Klinikumfeld erprobt (vgl. [Kassler 1996; Kruys 1996; Dudzik et al. 1997]). Diese erreichen drahtlose Übertragungsraten von bis zu 20 Mbit/s. Im Gegensatz zu GSM bzw. DECT-Netzen sind diese Funknetze jedoch bisher nicht zur Sprachübermittlung ausgelegt. Möglichkeiten des Internet-phones und die Tatsache, daß einige Firmen ihr Funk-LAN um mobile Kommunikationsmöglichkeiten erweitern (z.B. [Symbol Technologies Inc 1998]), zeigen, wie von dieser Seite her die Netze vereint werden können. Diesen Funk-Netzen ist gemein, daß sie auf Radio-Frequenztechnologie basieren und in Bezug auf Abhörsicherheit und Datenverschlüsselung, durch die Anwendung von Direct-Sequence Spread Spectrum bzw. Frequency Hopping Spread Spectrum Technik, inzwischen eine sichere Luftschnittstelle bieten (vgl. z.B. [Ungerer 1996]). Genauso wie bei den GSM- und DECT Netzen ist es möglich, daß die sich die Benutzer der mobilen Geräte in verschiedenen Funk-Zellen bewegen ohne die Netzverbindung zu verlieren ('roaming'). Ein Wechsel von Internet-Subnetzen auf TCP/IP Ebene ist jedoch noch problematisch, also nur durch ändern der TCP/IP-Adressen möglich. Für eine klinikumsumfassende Mobilität muß dies besser gelöst werden (vgl. [Lombardo et al. 1997]).

Alle hier erwähnten Funknetze tragen durch Aussenden Elektro-Magnetischer Strahlen zum sogenannten 'Elektro-Smog' bei. Im Krankenhaus ist es aufgrund der vielen eingesetzten medizin-technischen Geräte wichtig, die Elektromagnetische Verträglichkeit von Funk zu beachten (näheres siehe unten).

Neben den Radio Frequenz-Netzen gibt es drahtlose Infrarot Netze, die zwar extrem wenig elektro-magnetische Strahlung erzeugen, aber wegen ihrer geringen Reichweite (eine Funkzelle ist meist auf einen Raum begrenzt, kein Durchtritt durch Wände) keine echte Alternative mehr darstellen.

Tabelle 4-14 gibt eine knappe Übersicht über die wichtigsten technischen Merkmale der unterschiedlichen Funknetze. Aus den Angaben zur Reichweite einer Funkzelle läßt sich ungefähr der Bedarf an Funk-Adaptoren bzw. Antennen abschätzen. Eine gut lesbare Übersicht zur mobilen Datenkommunikation geben [Walke, Decker 1993] und [Dorner 1996]. Über die Auswahl und Tests für die Verwendung eines Funk-LANs im Krankenhausbereich berichtet [Lombardo et al. 1997].

Typ	Datenübertragungsrate	Frequenzband	Reichweite einer Zelle	Backbone Netz
DECT	<1Mbit/s (pro Benutzer)	1,88 -1,99 GHz	300 m im Freien, bis 100 m im Gebäude	ISDN
GSM	<144 kbit/s (pro Benutzer)	0,89-0,96 GHz	bis zu 35 km	Internet
Ethernet Funk-LAN	<2 Mbit/s (geteilt)	meist 2,4 GHz	50 - 100 m je nach Wänden	Ethernet LAN
ATM Funk-LAN	<20 Mbit/s (geteilt)	5 GHz	?	ATM LAN

Tabelle 4-14: Technische Merkmale unterschiedliche Funknetz, angepaßt nach [Dorner 1996].

Bei der Auswahl eines geeigneten Funknetzes muß bedacht werden, welche Datenübertragungsgeschwindigkeiten minimal benötigt werden und wie die bestehende Infrastruktur ausgebaut werden kann. Ist ein flächendeckendes schnelles Datennetz vorhanden, werden hohe Datenübertragungsgeschwindigkeiten benötigt. Ist hingegen keine Sprachübermittlung geplant, dann ist es vorteilhaft, dieses Datennetz durch drahtlose Funkadapter zu erweitern. In der Regel werden solche Adapter wie normale Computer einfach in das Netz gehängt und haben gebäudeintern eine Reichweite von über 100m, so daß es ausreicht, ein bis zwei Adapter pro Station zu installieren. Besteht bereits ein Funknetz für die Mobilkommunikation, so kann dieses evtl. zur Datenübertragung mitverwendet werden. Obwohl damit evtl. geringere Datenübertragungsraten in Kauf genommen werden, besteht der Vorteil, daß nur ein Funknetz installiert, betrieben und instandgehalten werden muß. Da dieses Netz die Erreichbarkeit der Mitarbeiter garantieren muß, wird es flächendeckend gut ausgebaut sein. Bei der Nutzung öffentlicher Netze wie z.B. GSM müssen jedoch Datenschutzaspekte besonders bedacht werden. Datennetze von Kliniken sind nicht umsonst durch sogenannte Firewalls von der Außenwelt abgeschirmt.

Unzuverlässige, löchrige Funknetze sind für einen Routineeinsatz von mobilen Kleincomputern im Krankenhaus nicht akzeptabel (vgl. z.B. Kapitel 4.2 - Ergebnisse der Simulationsstudie). Sofern die Leistung der Funknetze in den Bereichen, in denen sich die Anwender unter Verwendung des mobilen Kleincomputers frei bewegen, nicht gewährleistet werden kann, sollte lieber auf die Realisierung asynchroner Kommunikationsschnittstellen ausgewichen werden. Diese können unter Verwendung nicht flächendeckender Funk-Netze oder mit günstigeren Mitteln bereitgestellt werden: Etwas umständlich zu bedienen, weil eine Kabelverbindung hergestellt werden muß, ist die Verbindung des Kleincomputer mit dem Klinischen Arbeitsplatzsystems per serielltem Kabel oder die Verbindung zum Server per Netzanschluß ans Festnetz mit einem Stecker, der an geeigneter Stelle aus der Wand hängt. Komfortabler - weil kabellos - sind Ladeschalen, in die das Gerät einfach hineingelegt bzw. gesteckt werden kann oder die Verwendung von Infrarot-Schnittstellen nach dem IrDA-Standard. Die Ladeschalen könnten zusätzlich noch für das Wiederaufladen der Akkus benutzt werden.

Tabelle 4-15 faßt Vor- und Nachteile sowie Einsatzgebiete der unterschiedlichen Datenübertragungsschnittstellen zusammen.

Funk-LAN	
Einsatzgebiet:	- mobile Informationsverarbeitung innerhalb eines Klinikums bzw. Krankenhauses
Vorteile:	- hohe Datenübertragungsraten

	- ermöglicht synchrone Realisierung der DS
Nachteile:	- bisher nur bedingt geeignet zur Realisierung der mobilen interpersonellen Kommunikation - Subnetzwechsel unbequem
DECT	
Einsatzgebiete:	- Krankenhäuser, zur Realisierung der mobilen interpersonellen Kommunikation, - bedingt, aber für momentanen Technikstand bei den mobilen Kleinstcomputern wahrscheinlich ausreichend für die mobile Informationsverarbeitung. Bisher liegen keine Studien vor.
Vorteile:	- Sprach- und Datenübermittlung möglich - ermöglicht synchrone Realisierung der DS - durch Aufbau eines eigenen Netzes entstehen 'keine' Kosten pro Gespräch
Nachteile:	- bisher auf Firmengelände beschränkter Nutzungsradius - Datenübertragungsgeschwindigkeit für sehr große Datenvolumen nicht geeignet - Subnetzwechsel unbequem
GSM	
Einsatzgebiete:	- Bereitschaftsdienste, Dienstreisen von Klinikpersonal - ambulanter, niedergelassener Bereich z.B. Hausbesuche, evtl. in Belegkrankenhäusern
Vorteile:	- Sprach- und Datenübermittlung möglich - weltweit nutzbar
Nachteile:	- Datenübertragungsgeschwindigkeit langsam - teuer, weil Einzelgespräche bei Netz-Betreibern bezahlt werden müssen - Subnetzwechsel unbequem
Docking Station	
Einsatzgebiete:	- funktionsgebunden eingesetzte Kleinstcomputer zur Informationsverarbeitung - ambulanter, niedergelassener Bereich z.B. Hausbesuche
Vorteile:	- günstig, weil kein Funk-Netz aufgebaut werden muß - keine EMV Probleme
Nachteile:	- unbequem, wegen Wegzeiten - nur asynchrone Kommunikationsschnittstellen realisierbar
Austausch externer Speichermedien	
Einsatzgebiete:	- zur Installation und Initialisierung von Anwendungssoftwareprodukten - privat beschaffte, dienstlich genutzte elektronische Literatur
Vorteile:	- ?, manchmal das einzig mögliche
Nachteile:	- umständlich, ja eigentlich antiquarisch - nur asynchrone Kommunikationsschnittstellen realisierbar - evtl. Probleme mit Unlesbarkeit von Speichermedien

Tabelle 4-15: Vor- und Nachteile sowie Einsatzgebiete möglicher Datenübertragungsschnittstellen für die Einbindung mobiler Kleinstcomputer.

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Nahezu alle technischen Geräte erzeugen mehr oder weniger elektromagnetische Strahlungen und reagieren unterschiedlich sensibel darauf. Von elektromagnetischer Verträglichkeit spricht man dann, wenn keine unerwünschten Effekte entstehen, wenn sich zwei oder mehrere unterschiedliche Geräte auch bei nahem Zusammentreffen nicht unerwünscht gegenseitig beeinflussen. Während auf Radiofrequenz Technik basierende Geräte bei unterschiedlichen Sendeleistung ihren Datentransfer mit Hilfe der elektromagnetischen Strahlungen bewerkstelligen, werden viele, vor allem ältere medizintechnische Geräte, durch diese Strahlungen in ihrer Funktionsweise gestört. Diese Störungen hängen von mehreren Faktoren ab. Wichtigster Faktor ist, ob das empfindliche Gerät in dem Frequenzbereich empfindlich ist, auf dem das störende Gerät sendet. Desweiteren spielen die Sendeleistung des Strahlungserzeugers und dessen Abstand zum empfindlichen Gerät, sowie die Abschirmung des empfindlichen Gerätes eine Rolle. Nach [Kruys 1996] sind die elektromagnetischen Unverträglichkeiten von Radio-Frequenz Sendern, die in hohen Frequenzbändern senden wesentlich niedriger als die aus unteren Frequenzbändern. So stören laut [Kruys 1996] die drahtlosen ATM Netzwerke weniger, als die Funk-LANs und diese weniger als die DECT Netze. Am meisten, bereits durch

unterschiedliche Studien nachgewiesen (vgl. z.B.[Irnich, Tobisch 1998], [Jeromin 1996]), stören GSM-Geräte. Daher wird deren Benutzung in vielen Krankenhäusern verboten. Tests mit DECT-Funkgeräten und Funk-LAN Adaptern ergaben nahezu keine Störungen (vgl.[Lombardo et al. 1997]). Nach Auswahl geeigneter Funk-Adapter werden jedoch im Zusammenhang mit der Bestimmung der Anzahl benötigter Adapter und der Suche nach optimalen Installationspunkten jeweils Messungen bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit durchgeführt.

4.5 Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit

Ärztliches und pflegerisches Handeln steht immer im Rahmen der Rechtsverbindlichkeit und muß die Vertraulichkeit patientenbezogener Informationen wahren. Egal, ob die Beteiligten direkt miteinander sprechen, telefonieren oder über andere Medien Informationen austauschen. Informationen müssen zuverlässig sein und vor unbefugter Kenntnisnahme dritter geschützt werden. Anweisungen, Verordnungen und andere Handlungen, die durch Verantwortlichkeiten und Haftungsregelungen gekennzeichnet sind, sind verbindlich zu kommunizieren. Bei der Verwendung mobiler Kleinstcomputer sind grundsätzlich die gleichen Maßnahmen zur Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit zu treffen wie bei allen rechnerbasierten Anwendungssystemen. Besondere Anforderungen ergeben sich aus der Tragbarkeit und somit erhöhten Schadens- bzw. Diebstahlgefahr mobiler Geräte, der Verwendung drahtloser, evtl. offener Netzwerke und der Möglichkeit die Geräte an 'unsicheren' Orten zu benutzen. Ein zusätzlicher Aspekt, der primär vom Ladenburger Kolleg in Zusammenhang mit Mehrseitiger Sicherheit aufgeworfen wurde, ist die Notwendigkeit die Benutzer der mobilen Kleinstcomputer, vor allem im Zusammenhang mit der mobilen Kommunikation vor Übererreichbarkeit und Ortung bzw. Überwachung zu schützen (vgl. z.B. [Ranneberg et al. 1997]). In [Müller, Pfitzmann 1997] werden viele Möglichkeiten aufgezeigt dem entgegenzuwirken.

Zu beachtende gesetzliche Bestimmungen sind unter vielen anderen die Ärztliche Schweigepflicht (§ 823 I im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB)) und das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG). Wie in [Pommerening 1991; Baur et al. 1998] treffend zusammengefaßt ist, bezieht sich § 9 BDSG auf technische und organisatorische Maßnahmen zur Umsetzung der Schutzziele Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit. Darin werden Maßnahmen nur dann als erforderlich angesehen, wenn ihr Aufwand in einem angemessenen Verhältnis zum Schutzzweck steht. Die Maßnahmen sind in Tabelle 4-16 zusammengefaßt.

Im folgenden werden Hinweise auf die Umsetzung der in Tabelle 4-16 aufgeführten Maßnahmen gegeben. Die Tragbarkeit und somit erhöhte Diebstahlgefahr der mobilen Geräte sowie die Möglichkeit die Geräte an 'unsicheren' Orten zu benutzen, müssen bei Maßnahmen zur Organisationskontrolle, primär durch Schulung des Personals berücksichtigt werden und sind in Kapitel 4.6 Organisatorische Integration näher beschrieben. In Bezug auf die Auftragskontrolle und die Eingabekontrolle ergeben sich keine Unterschiede im Vergleich zu festinstallierten Anwendungssystemen.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Zugangskontrolle (Unbefugten den Zugang zur Anlage verwehren) • Datenträgerkontrolle (Unbefugtes Lesen, Verändern, Kopieren oder Entfernen verhindern) Speicherkontrolle (Unbefugte Eingabe, Kenntnisnahme, Veränderung, Löschung) • Benutzerkontrolle (Unbefugte Nutzung durch über Datenfernübertragung verhindern) • Zugriffskontrolle (Zum Zugriff auf Daten, gemäß Zugangsberechtigung) • Übermittlungskontrolle (Protokollieren, an welche Stellen übermittelt wird) • Eingabekontrolle (Protokollieren wer welche Daten eingab oder veränderte) • Auftragskontrolle (Datenverarbeitung im Auftrag nur nach Weisung des Auftraggebers) • Transportkontrolle (Unbefugtes lesen, verändern, kopieren oder löschen bei der Übertragung) • Organisationskontrolle (Organisation muß den Anforderungen des Datenschutzes entsprechen) |
|--|

Tabelle 4-16: Technische und Organisatorische Maßnahmen zur Umsetzung des Datenschutzes, nach § 9 BDSG (entnommen aus [Baur et al. 1998]).

Vor allem bei dokumentenerzeugenden Anwendungssystemen und im Zusammenhang mit einer elektronischen Patientenakte sowie der Abschaffung des konventionellen Formularwesens, bei denen die Einführung mobiler Kleinstcomputer wichtig ist, spielt die digitale Signatur eine wichtige Rolle. Ein Konzept zur Realisierung der digitalen Signatur in einem Krankenhaus ist in [Bethke 1997] vorgeschlagen. Auf die anderen Maßnahmen wird im folgenden näher eingegangen.

Zugangskontrolle

Die Zugangskontrolle ist durch die Tragbarkeit der Kleinstcomputer schwierig umzusetzen. Ein Aufbewahren der Geräte in extra gesicherten, abschließbaren Orten steht weitestgehend im Widerspruch zum Konzept der ubiquitären Nutzung mobiler Kleinstcomputer. Es gilt jedoch zu unterscheiden zwischen Maßnahmen der Zugangskontrolle, wenn das Gerät nicht benutzt wird und denen, wenn das Gerät durch eine Person mitgeführt wird. Für ersteres werden in Kapitel 4.6 unter 'Bereitstellung der Geräte' Aufstellungsorte und besondere Ladeschalen vorgeschlagen, um Zugangskontrolle soweit wie möglich zu realisieren. Wenn eine Person das Gerät mitführt, obliegt es ihrem Verantwortungsbewußtsein es zu beaufsichtigen. Hier können nur Schulungen, in denen das Personal für die Problematik sensibilisiert wird und starker Zugriffsschutz angewendet werden. In [Werner 1996] wird argumentiert, daß Personen auf persönlich genutzte Geräte besser aufpassen würden, als auf funktionsgebunden eingesetzte.

Zugriffskontrolle

Berechtigungskonzepte müssen wie bei allen Anwendungssystemen vorgesehen, umgesetzt und angewendet werden. Zwecks Authentifikation werden im Zusammenhang mit mobilen Informationswerkzeugen biometrische Verfahren anstelle der bisher üblichen Benutzername und Paßwortabfrage vorgeschlagen. Das Eingeben von Paßwörtern ist aufgrund der bisher oft schlechten Handschrifterkennung und der Umstand bei virtuellen Tastaturen nicht effizient möglich. Gegen Hardwareschlüssel (wie z.B. Professional Cards), die im Gerät stecken bleiben, spricht, daß diese bei Diebstahl des Gerätes auch entwendet sind. Die Authentifikation und danach erfolgende Benutzeranmeldung muß schnell vonstatten gehen, da ein Benutzerwechsel sonst in der klinischen Routine nicht praktikabel ist. Als zusätzlicher Zugriffsschutz wird empfohlen, daß sich das Gerät bei einer Nichtbenutzung von ca. 5-10 Minuten automatisch abschaltet und nur durch Authentifikation wieder aktiviert werden kann.

Datenträgerkontrolle, Speicherkontrolle

Zum Gewährleisten dieser Maßnahmen werden die in Kapitel 4.3.3 synchrone Kommunikationsverbindungen zu anderen Anwendungssystemen eines Krankenhausinformationssystems empfohlen. Durch diese läßt sich vermeiden, daß sensible Patientendaten auf den mobilen Geräten gespeichert werden müssen.

Übermittlungskontrolle

Im Rahmen der Übermittlungskontrolle sollte bei verteilten Informationssystemen grundsätzlich protokolliert bzw. festgelegt werden, zwischen welchen Anwendungssystemen Daten übermittelt werden dürfen. Wichtig ist jedoch im Zusammenhang mit der Übermittlung von Nachrichten und Dokumenten im Rahmen der interpersonellen Kommunikation, daß diese Kommunikationsform genauso rechtsverbindlich ist wie ein Briefwechsel. Auch die Teilnehmer der Simulationsstudie forderten, daß das Quittieren von Vereinbarungen, die z.B. während eines Telefongesprächs getroffen wurden, neben der Möglichkeit, Dokumente digital zu signieren, notwendig sei (vgl. [Pordesch, Schneider 1998]).

Transportkontrolle

Obwohl Funknetze durch das Verwenden der Spread Spectrum Technologien (vgl. z.B. [Ungerer 1996; Fedderath, Pfitzmann 1997; Lombardo et al. 1997]) nicht mehr unsicherer als Festnetze sind, sollten sensible Daten insbesondere bei der Nutzung öffentlicher Netzwerke verschlüsselt transportiert werden. Wie z.B. in [Grimm 1997] beschrieben, existieren die technischen Möglichkeiten hierzu. Diese werden jedoch noch viel zu selten wirklich umgesetzt.

Besondere Aufmerksamkeit sollte der Übermittlungs- und Transportkontrolle gewidmet werden, wenn mobile Kleinstcomputer außerhalb des Klinikums benutzt werden können. Hier können viele Regelungen und Vorkehrungen aus der Telemedizin übernommen werden. Eine gute Übersicht und Handlungsanweisungen gibt [Baur et al. 1998].

4.6 Organisatorische Integration

Wie in Kapitel 2.1 erläutert, spielt die Organisatorische Integration neuer Anwendungssysteme bzw. rechnerbasierter Werkzeuge eine wesentliche Rolle für hohe Benutzerakzeptanz und reibungslose Integration in den Arbeitsalltag des klinischen Personals. Im Vergleich zu Anwendungssystemen auf festinstallierten klinischen Arbeitsplatzsystemen, haben mobile Informationswerkzeuge den Anspruch sich besser in die Arbeitsweisen der Ärzte und des Pflegepersonals einzupassen und somit die Freiheitsgrade der Organisation bzw. die der persönlichen Arbeitsstile weniger einzuzengen. Um dies zu erreichen, ist neben der robusten, einfach zu bedienenden Gestaltung der mobilen rechnerbasierten Werkzeuge die Schaffung des organisatorischen Rahmens, sowie das Schulen des Personals sehr wichtig. Nur so ist gewährleistet, daß das klinische Personal der Technik vertraut und diese benutzt. Der organisatorische Rahmen umfaßt dabei die Bereitstellung und Benutzung der Geräte, die Migration sowie ein Ausfallkonzept. Er unterscheidet sich in wenigen Details bei den mobilen Werkzeugen zur interpersonellen Kommunikation bzw. Informationsverarbeitung.

Schulung

Die Einweisungen in die Benutzung der Geräte und die darauf installierten Programme unterscheidet sich im wesentlichen nur gering von der Schulung anderer Anwendungssysteme. Zusätzlich muß dem klinischen Personal vermittelt werden, welche Datenschutzrisiken entstehen, wenn sie den mobilen Kleinstcomputer unbeobachtet liegen lassen und daß Spacheingaben bzw. Telefongespräche mit mobilen Telefonen an sicheren Orten, also Orte an denen Unbefugte nicht mithören, erledigt werden. Auch die Aspekte der Wiederaufladung von Akkus und des Datentransfers zu den stationären Rechnersystemen müssen erläutert werden.

Die Schulungen sollten intensiver und motivierender sein, da mobile Geräte den Anspruch haben nebenbei benutzt werden zu können. Voraussetzung hierfür ist eine nahezu perfekte Beherrschung der Bedienung. Dies unterscheidet sich von der Benutzung klinischer Arbeitsplatzsysteme. In der Regel werden diese im Stationszimmer benutzt und man geht extra hin. Dies bewirkt, daß die Konzentration intensiver auf das Bedienen des Anwendungssystems gerichtet sein kann. Zusätzlich können Kollegen, die sich gerade im Stationszimmer aufhalten, bei Bedienungsproblemen helfen. Die Problematik des 'einen Computer am Patientenbett benutzen' muß während der Schulungen auf jeden Fall thematisiert werden. Dabei sollten Bedenken abgebaut werden dies zu tun oder akzeptable Arbeitsabläufe diskutiert werden. Ein Rollenspiel kann dabei helfen. Hierbei lassen sich Patientengefühle eher erfahren als bei theoretischen Diskussionen. Zusätzlich wird die Bedienung der Gerätes vertieft.

Bereitstellung der Geräte

Die Bereitstellung der mobilen Kleinstcomputer erfordert neben dem Installieren und Konfigurieren der benötigten Software das Aufstellen von Ladestationen, zur Wiederaufladung der Akkus. Hierfür eignen sich zentrale, gut zugängliche, aber trotzdem gesicherte Orte wie z.B. ein verschließbarer Wandschrank im Stationszimmer. Im Vergleich zu den Ladestationen von Piepsern müssen diese aber höhere Sicherheitsanforderungen erfüllen, da mobile

Kleinstcomputer aufgrund ihrer Multifunktionalität begehrt sind als einfache Piepser. Vostellbar wären Ladeschalen, aus denen der mobile Kleinstcomputer nur nach erfolgter Authentifikation herausgenommen werden kann. Eine solche Ladeschale könnte anzeigen, wer das Gerät zuletzt entnommen hat. Sind die Akkulaufzeiten zu kurz für die Dauer von Bereitschaftsdiensten, so müssen, sofern z.B. persönlich genutzte Kleinstcomputer oder mobile Kommunikationsgeräte mit nach Hause genommen werden, zusätzlich mobile, entlehbare Wiederaufladungsvorrichtungen vorhanden sein. Bei mobilen Kleinstcomputern zur Informationsverarbeitung ist es ratsam, sofern dies die Kosten zu lassen, ein Ersatzgerät vorzuhalten. Der Austausch eines Gerätes kann evtl. schneller und einfacher bewerkstelligt werden als der von Akkus. Zusätzlich besteht dann mehr Handlungsspielraum bei der Gerätewartung.

In Bezug auf das Installieren und Konfigurieren der mobilen Kleinstcomputer muß bedacht werden, daß, vor allem wenn persönlich genutzte Geräte verteilt werden, sehr viele Geräte eingerichtet und gewartet werden müssen. Konzepte der automatischen Installation und des asynchronen Installationmanagements sowie Werkzeuge zur zentralen Administration der Benutzer, sind noch wichtiger als sie schon bei festinstallierten klinischen Arbeitsplatzsystemen sind. Aufgrund der funktionalen Überlappung zwischen diesen und den mobilen Kleinstcomputern, wäre es aus EDV-Betreuer Sicht sicherlich wünschenswert, wenn benutzerbezogene Parametrierungen nur einmal durchgeführt werden müssen.

Benutzung der Geräte

Je nachdem ob die mobilen Kleinstcomputer funktionsgebunden oder persönlich genutzt werden, müssen kurzfristige bzw. langfristige Ausleihstrategien umgesetzt werden.

Für die Benutzung von funktionsgebunden eingesetzten Geräten genügt wahrscheinlich eine einfache Liste, in der sich der aktuelle Benutzer einträgt. Bei seltener genutzten Geräten, z.B. solchen zur Patienteninformation oder zur Konsilunterstützung, sollte es möglich sein, das Gerät für spezielle Termine reservieren zu können. Technische Möglichkeiten, die das Suchen eines bereits entliehenen Gerätes durch akustische Signale unterstützen können hier hilfreich sein. Deren Einsatz ist jedoch von Seiten des Personals mitbestimmungspflichtig.

Bei der Vergabe persönlich benutzter mobiler Kleinstcomputer muß entschieden werden, ob die Personen die Geräte auch privat und außerhalb des Klinikums benutzen dürfen. Ist dies der Fall, so muß ggf. zusätzliche Datenübertragungshardware vorhanden sein und besondere Aspekte des Datenschutzes und der Datensicherheit beachtet werden. Der private Nutzen der mobilen Kleinstcomputer ist abzuwägen: Einerseits erhöht es die Akzeptanz und Verwendungsmöglichkeiten gerade in Bezug auf die Verwendung eines elektronischen Terminkalenders, das Erleichtern von Bereitschaftsdiensten (weil nicht nur zu Hause, sondern auch unterwegs erreichbar ist) oder das Erstellen bzw. Fertigstellen von Schriftstücken. Andererseits ist fraglich, ob der Arbeitgeber verpflichtet ist Arbeitsmittel für solche häusliche Arbeit bereitzustellen. Diese Gesichtspunkte werden stark vom Wandel der Informationsgesellschaft beeinflusst werden. Feststeht, daß der private Nutzen der mobilen Funktionen zur interpersonellen Kommunikation aus Kostengründen, bis auf Notfälle unterbunden werden muß. Für die Nutzung patientenbezogener Daten außerhalb des Klinikums müssen Regelungen getroffen werden. Für die Ausleihstrategie persönlich genutzter Geräte könnte man sich an denen für die Vergabe von Schlüsseln zu Diensträumen orientieren. Diese werden bei Beginn eines Beschäftigungsverhältnisses vergeben und bei Ende des Beschäftigungsverhältnisses wieder zurück genommen. Genauso wäre es mit persönlich genutzten mobilen Kleinstcomputern, nur müßte zusätzlich die Haftung bei Geräteschäden geklärt werden, vor allem dann, wenn die Geräte auch privat genutzt werden dürfen.

Migration

Unter Migration versteht man die schrittweise Ersetzung eines Anwendungssystems durch ein Neues. Zeitpunkte, bzw. verfahrensspezifische Projekte, in deren Zusammenhang die Einführung mobiler Kleinstcomputer überlegt werden sollten, sind z.B. die Modernisierung der Telefon - bzw. Piepseranlage, das Einführen einer Elektronischen

Patientenakte, die Restrukturierung bzw. Erneuerung des Formularwesens, die Einführung eines rechnerbasierten Dokumentationssystems auf Station oder ermittelte Engpässe bei der Benutzung von festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystemen. Die Migrationsstrategien sind verfahrensspezifisch und hängen von den abzulösenden Werkzeugen und den Arbeitsabläufen ab. Die mobilen Kleinstcomputer sollten frühzeitig miteingeführt werden, da durch sie die Arbeitsvorgänge anders beeinflusst werden, als wenn zunächst darauf verzichtet würde.

Ausfallkonzept

Die Pflicht zur Hilfeleistung darf durch Systemfehler oder -ausfälle nicht behindert werden. Daher sind beim Einsatz von allen rechnerbasierten Anwendungssystemen immer Ausfallkonzepte vorzusehen. Werden mobile Kleinstcomputer unter Bereitstellung vieler der in Kapitel 4.2 erwähnten Verfahren wirklich flächendeckend in der klinischen Routine eingesetzt, so deutet dies auf einen sehr hohen Grad der Rechnerdurchdringung hin. Dies erhöht die Abhängigkeit vom Funktionieren der Technik. Sensible Verfahren sind da vor allem die interpersonelle Kommunikation, die Einsicht in eine elektronische Patientenakte, die Klinische Dokumentation, das Kooperieren mit Leistungserbringern und betriebsteilbezogene Funktionen.

Bei der interpersonellen Kommunikation bieten heutige Mobiltelefone einige Funktionalität hinsichtlich der Ausfallsicherheit einzelner Geräte. Hierzu gehören neben der möglichen Rufumleitung bei Nichterreichbarkeit einer Person (bzw. des Gerätes einer Person) Dinge, wie das akustische Signalisieren eines geringen Akkufüllstandes oder ein Verlassen des Funkgebietes. Auf Station sollten in jedem Falle geladene Ersatzakkus vorgehalten werden. Zusätzlich dürfen die festinstallierten Telefone nicht ganz verschwinden. Diese Konzepte reichen natürlich nicht für den Ausfall der gesamten Telefonanlage, z.B. durch Wetter oder Brandkatastrophen.

Bei den informationsverarbeitenden Verfahren bilden die festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsysteme aufgrund der funktionalen Überlappungen zu den mobilen Kleinstcomputern den wesentlichen Teil des Ausfallkonzepts, sofern der Ausfall durch einen Ausfall eines mobilen Gerätes oder durch Probleme mit den Datenübertragungsschnittstellen zu den mobilen Geräten, begründet ist. Wie bereits oben erwähnt, ist das Bereithalten eines Ersatzgerätes von Vorteil.

Beim Ausfall mehrerer mobiler Kleinstcomputer kann es zu Kapazitätsproblemen am Klinischen Arbeitsplatzsystem kommen. Deshalb sollte für die klinische Dokumentation, und vor allem für die Kooperation mit Leistungserbringern auch eine sehr einfache konventionelle Realisierung vorhanden sein. Hierfür sollten für diese Verfahren auf einige wenige einfach gestaltete konventionelle Formulare zurückgegriffen werden können. Es könnte zum Beispiel ein Formular für alle Leistungsanforderungen geben, in denen die Leistungsstelle, die Diagnosen, die Fragestellung und die angeforderte Leistung handschriftlich eingetragen werden können. Zusätzlich müßte ein Merkblatt vorhanden sein, dem zu entnehmen wäre, was für die einzelnen Leistungsstellen zusätzlich notiert werden sollte. Bei der klinischen Dokumentation sollte es Belege zur Diagnosendokumentation geben und die konventionellen Formulare der Kardex. Es ist wichtig, daß das klinische Personal auch in der Benutzung dieser konventionellen Ersatzwerkzeuge geschult wird. Das vermindert Panik und gewährleistet bei Ausfall der mobilen Kleinstcomputer die Fortführung der eigentlichen Arbeiten in der Patientenversorgung.

Das Verfahren "Einsicht in die Elektronische Patientenakte" kann, wenn es die konventionelle Akten wirklich ersetzt hat, auch im Notfall nicht konventionell realisiert werden. Es muß sich darauf verlassen werden, daß die für zentrale Anwendungssysteme üblichen Ausfallkonzepte greifen. Diese dienen vor allem der Erhöhung der Ausfallsicherheit, so daß die Anwendungssysteme doppelt, auf räumlich getrennten Rechnersystemen laufen und die Hauptstrecken des Datennetzwerkes doppelt verlegt sind. Diese Ausfallkonzepte beinhalten dann primär Organisationspläne, wie man den Ausfall schnellstmöglich beheben kann und die Organisation eines immer erreichbaren EDV-Notdienstes. Um die Zeit der Wiederinstandsetzung zu überbrücken, kann es hilfreich sein, die bei jedem Schichtwechsel erstellten Übergabelisten (vgl. Kapitel 4.2) in ausgedruckter Form über einen längeren Zeitraum aufzubewahren. Anhand von

diesen können dann zumindest die aktuellen Probleme, Diagnosen und Therapien sowie Namen aller Patienten einer Station eingesehen werden.

4.7 Zusammenfassung

4.7.1 “Mehr-Geräte-Architektur”

Die aus den Evaluationen und anderen Forschungsprojekten abgeleiteten Einsatzmöglichkeiten rechnerbasierter mobiler Informations- und Kommunikationswerkzeuge zeigen, daß diese großes Potential haben, um Arbeitsabläufe zu unterstützen, Zeit zu sparen und letztlich die Qualität der Patientenversorgung zu erhöhen. Die in Kapitel 4.1 nachzulesenden detaillierten Beschreibungen der Situationen und die differenzierten Betrachtungen der Personengruppen, in denen erörtert wird wie, wann und wo der Einsatz mobiler Kommunikations- und Informationswerkzeuge sinnvoll ist, zeigen, daß es zur Zeit nicht ein mobiles Gerät gibt, was all die unterschiedlichen Anforderungen erfüllen kann. So unterscheiden sich z.B. die Anforderungen im Bereich mobile Kommunikation (sehr klein, leicht, einfachste Bedienung, lange Batteriedauer) und die Anforderung im Bereich mobile Informationsverarbeitung (größerer Bildschirm, komfortable Eingabemöglichkeiten).

Vorgeschlagen wird daher eine “**Mehr Geräte-Architektur**” für die rechnerbasierte Informationsverarbeitung und Kommunikation in der klinischen Routine. Diese erfüllt zwei Anforderungen: Zum einen ist sie so flexibel, daß sie einen Rahmen für den Einsatz mobiler Geräte in jeder Umgebung und unter allen verschiedenen Voraussetzungen geben kann. Zum anderen ist sie aber konkret genug, um Entscheidungsträgern Hinweise zur Auswahl an die Hand zu geben. Sie trägt der Tatsache Rechnung, daß die Notwendigkeit mobile Geräte einzusetzen, auch sehr von der vorhandenen Infrastruktur festinstallierter Klinischer Arbeitsplatzsysteme und der darauf angebotenen Funktionalität abhängt. Der Einsatz mobiler Kleinstcomputer kann die Funktionalität der festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsysteme räumlich erweitern und die Anzahl benötigter festinstallierter Klinischer Arbeitsplatzsysteme verringern, doch können die mobilen Geräte diese nicht ersetzen.

Die in Tabelle 4-17 zusammengefaßte Mehr-Geräte-Architektur besteht aus drei generellen Gerätetypen: die erweiterten Mobiltelefone und die festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsysteme bilden die Hauptsäulen und werden durch tragbare Kleinstcomputer ergänzt. Die Tabelle gibt Beispiele für zur Verfügung zu stellende Funktionalität und faßt die wichtigsten Integrationsaspekte der physischen Werkzeugebene zusammen. Anhand der Grafik zur Verwendung der einzelnen Gerätetypen ist zu erkennen, daß mobile Telefone primär als persönliche Geräte benutzt werden. Deren Verteilung orientiert sich an der heutigen Piepservergabe.

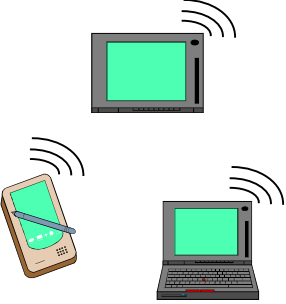
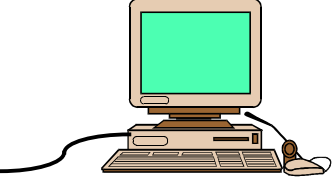
Gerätetyp	erweitertes Mobiltelefon	tragbarer Kleinstcomputer	Klinisches Arbeitsplatzsystem
			
Verwendung der Geräte	persönliche Geräte		
			Mehrbenutzer Geräte
Funktionalität (vgl. Kap 4.2)	Telefonieren Notrufempfang Einstellung der persönlichen Erreichbarkeit Nachrichtenaustausch evtl. Befundempfang	z.B. Einsicht in Patienten Stamm- und Falldaten, aktuelle Befunde Leistungsanforderung Terminplanung Pflegedokumentation Notizbuch Kurzreferenzen med. & pfleg. Literatur => entsprechend der Bedürfnisse ausgewählte, in der Benutzungsschnittstelle angepaßte Funktionen, die auch am Klinischen Arbeitsplatzsystem angeboten werden	z.B. Patientendatenverwaltung Einsicht in Patientenakten Klinische Dokumentation Koop. mit Leistungserbringern Zugriff auf Medizinisches Wissen Elektronische Post Dienstplanerstellung
Datenübertragungsschnittstellen (vgl. Tabelle 4-15)	über Funk z.B. DECT, GSM eine 100%ige Flächen- deckung (Erreichbarkeit) innerhalb eines bestimmten Umkreises von x km um das Krankenhaus gewähr- leistet werden	für synchrone Integration primär Funknetze: DECT, GSM, Funk LAN für asynchron Integration: wie synchron oder per seriellem Kabel am Arbeitsplatzrechner, per Netzkabel am Computernetzwerk	per Netzkabel am Computernetzwerk
Bsp. Geräte (Auswahlkriter. in Tabelle 4-12 und 4-13)	Handies oder schnurlose Telefone	PDAs, Pen-Computer, virtuelle Terminals Notebooks	Personal Computer Unix-Workstation Netzcomputer

Tabelle 4-17: Zusammenfassung "Mehr-Geräte-Architektur".

Klinische Arbeitsplatzsysteme werden meist von vielen Personen genutzt. Bei den tragbaren Kleinstcomputern lassen sich zwei Einsatzgebiete unterscheiden: Zum einen persönliche Geräte, die evtl. später mit den mobilen Telefonen verschmelzen für sehr mobile, technikinteressierte Personen vor allem Ärzte. Zum anderen von mehreren Personen genutzte Geräte, die primär für das Ausführen spezieller Funktionen (z.B. Patienteninformation, Konsilbesuch am Patientenbett, OP-Vorbereitung, Essensplanung- und Bestellung) verwendet werden oder einfach der Entzerrung im Stationszimmer dienen. Der Einsatz dieser Geräte hängt stark von der Organisation vor Ort ab. In der Tabelle nicht dargestellt werden die Integrationsaspekte der Logischen Werkzeugebene, da diese sehr von der gegebenen technischen Infrastruktur sowie von der Architektur und den Schnittstellen der vorhandenen Anwendungssysteme abhängt. Grundsätzlich muß hierbei zwischen synchronen und asynchronen Kommunikationsverbindungen zu anderen Anwendungssystemen des Krankenhausinformationssystems unterschieden werden. Innerhalb eines Krankenhauses sind dabei die synchronen vorzuziehen. Es wird auf die Ausführungen und zusammenfassenden Tabellen in Kapitel 4.3 verwiesen. Wird die auf den mobilen Kleinstcomputern benötigte Funktionalität durch wenig Anwendungssysteme bereitgestellt, so empfiehlt sich deren anwendungsspezifische Erweiterung um Präsentationsklienten für mobile

Werkzeuge. Zwecks Optimierung der Kommunikationsverbindungen, bei Fehlen von Entwicklungswerkzeugen zur direkten Anbindung oder für die Realisierung von asynchronen Kommunikationsschnittstellen empfiehlt sich die Implementierung eines mobilen Gateway-Systems (vgl. Kapitel 4.3).

Bei der Integration mobiler Informations- und Kommunikationswerkzeuge spielt die organisatorische Integration eine besondere Rolle (vgl. Kapitel 4.4). Wichtige Punkte sind dabei die Schulung des klinischen Personals und die Bereitstellung und Benutzung der mobilen Geräte. Für ein Ausfallkonzept muß gesorgt sein. Besondere Datensicherheitsaspekte ergeben sich durch die erhöhte Diebstahlgefahr und wenn die mobilen Kleinstcomputer außerhalb des Klinikums verwendet werden (vgl. Kapitel 4.5).

4.7.2 Leitfaden

Dieser Leitfaden soll bei der Erstellung eines konkreten Konzeptes für die Integration mobiler Informationswerkzeuge helfen. Er gibt Anregungen und faßt die wichtigsten Aspekte aus Kapitel 4 zusammen, bzw. verweist auf wichtige Textstellen. Anhand von diesem Leitfaden ist Kapitel 5.2 strukturiert.

1. Zielsetzung

Nur durch Definition klarer Ziele, die durch den Einsatz mobiler Kleinstcomputer erreicht werden sollen, kann das 'bloße Spielen' mit moderner Technologie vermieden werden.

2. Identifizieren der mobil zu realisierenden Verfahren

Anhand von Tabelle 4-3 die eine Auflistung der als mobil relevant bewerteten Verfahren erhält, müssen die Verfahren ausgewählt werden. In der Regel muß hierbei eine Priorisierung stattfinden. Diese kann sich nach den in Tabelle 4-3 vergebenen Bewertungen richten, hängt aber auch davon ab, welche Personen in welchen Situationen unterstützt werden sollen.

Personengruppen	Situationen
• ÄrztInnen • Pflegekräfte • Hebammen • TherapeutInnen • Patienten und • Lagermitarbeiter	• Am Krankenbett • Besprechungen • Dienstreise • Nacht bzw. Wochenenddienst • Entzerrung im Stationszimmer • Pausen • Visite • Weg- und Wartezeiten.

Tabelle 4-18: In Zusammenhang mit mobilen Informations- und Kommunikationswerkzeugen relevante Personengruppen und Situationen.

Die potentiell zu unterstützende Personengruppen und Situationen werden in Kapitel 4.1 begründet identifiziert und zusammenfassend in Tabelle 4-18 aufgeführt. Unter Umständen ist das Erstellen eines Personengruppen bezogenen Profils der benötigten Verfahren bei der Priorisierung hilfreich. Beispiele hierfür werden in Kapitel 4.2.1 gegeben.

Nicht zuletzt spielt bei der Priorisierung eine Rolle, welche Verfahren bereits rechnerbasiert realisiert sind oder im Planungszeitraum rechnerbasiert unterstützt werden sollen. Daher kann es von Vorteil sein, Schritt 2 vor einer Priorisierung auszuführen und dabei alle in Tabelle 4-3 aufgeführten Verfahren zu betrachten.

3. Beachtung der allgemeinen Integrationsstrategie

Durch die Identifizierung des vorliegendem Krankenhausinformationssystemtyps anhand der Ausführungen in Kapitel 4.3 kann eine Tendenz gefunden werden. Hier wird zwischen drei Typen unterschieden:

a) Integration über nachrichtenbasiertes Kommunikationssystem,

- b) Integration durch gemeinsame Datenbank,
- c) Mischform aus a) und b)

Details müssen den Leitlinien der konkreten Institution entnommen werden.

4. Untersuchung der benötigten Anwendungssysteme

Die in Schritt 2 ermittelten Anwendungssysteme müssen näher untersucht werden. Bei bereits vorhandenen Anwendungssystemen muß überprüft werden, ob sie die in den Tabellen 4.7 bis 4.9 aufgelisteten Anforderungen erfüllen. Bei rechnerbasierten Anwendungssystemen muß untersucht werden, ob bzw. welche Schnittstellen vorhanden sind. Verfahrensspezifische Anforderungen sind außerdem in Kapitel 4.2 bei den Verfahrensbeschreibungen nachzulesen.

5. Festlegung der Kommunikationsverbindungen und Datenübertragungsschnittstellen

Es muß entschieden werden, ob mobile Informations- und Kommunikationswerkzeuge synchron oder asynchron mit den anderen Anwendungssystemen Daten austauschen. Innerhalb eines Krankenhauses empfehle ich synchrone Kommunikationsschnittstellen. Zur Gewährleistung echter Mobilität ist bei diesen jedoch ein leistungsfähiges Funknetz Voraussetzung. Detaillierte Ausführungen können in Kapitel 4.3.3 nachgelesen werden.

6. Einsatzweise der mobilen Geräte

Es muß festgelegt werden, ob die Geräte persönlich oder funktionsbezogen eingesetzt werden. Dies hängt vom Gerätetyp, den zu realisierenden Verfahren und der Zielsetzung ab. In Kapitel 4.1.3 werden Einzelheiten dazu diskutiert. Bei der Vergabe von persönlichen Geräten, kann die Anzahl der benötigten Geräte sehr hoch sein, was große Auswirkungen auf die Organisatorische Integration hat und unbedingt beim Systemdesign berücksichtigt werden muß.

7. Auswahl der mobilen Geräte

Die in Kapitel 4.7.1 aufgezeigte Mehr-Geräte-Architektur sowie die Übersichten der an die Geräte zu stellenden Anforderungen in Tabelle 4-12 und Tabelle 4-13 unterstützen dabei.

8. Systemdesign & Realisierung

Jetzt sind alle Informationen zusammengetragen, um das Integrationskonzept und seine Realisierung zu erstellen. Hierbei kann zwischen anwendungssystemspezifischer Erweiterung und der Erstellung eines 'mobilen Gateway Systems' unterschieden werden. Beide Alternativen werden in Kapitel 4.3 diskutiert. Verschiedene technologische Möglichkeiten zur Realisierung eines 'mobilen Gateway-Systems' werden dort vorgestellt. Bei der Realisierung sollten die in Kapitel 4.5 beschriebenen Aspekte in Bezug auf Datenschutz und -sicherheit eingehalten werden. Das Einbeziehen der klinischen Endanwender in frühen Phasen der Softwareentwicklung ist sehr wichtig.

9. Organisatorische Integration

Nicht zuletzt müssen alle in Kapitel 4.6 erläuterten Aspekte beachtet werden. Während Überlegungen zur Migration bereits bei der Auswahl der Verfahren beachtet werden müssen, spielen die Aspekte der Bereitstellung und Benutzung der Geräte bei der Einsatzweise der Geräte (Schritt 6) eine wesentliche Rolle. Lediglich die Schulungen finden nach der Realisierung, jedoch rechtzeitig vor Einführung der mobilen Geräte statt.

5 Beispiel Universitätsklinikum Heidelberg

5.1 Übersicht über das Heidelberger Klinikumsinformationssystem

Das Heidelberger Universitätsklinikum ist ein Krankenhaus der Maximalversorgung und besteht aus 14 Kliniken und 7 Instituten, insgesamt 62 Abteilungen, 103 Stationen und 91 Ambulanzen. In den Ambulanzen und 1732 Betten werden jährlich ca. 50.000 Patienten stationär und ca. 250.000 ambulant behandelt. Jährlich werden ungefähr 20.000 Operationsberichte und 250.000 Arztbriefe geschrieben. Die Anzahl von Befunden beläuft sich auf über 1 Millionen. Fallbezogen entstehen dabei jährlich 400.000 Akten mit insgesamt 6,3 Millionen Seiten. Die rechnerbasierte Infrastruktur für die Informationsverarbeitung im Universitätsklinikum Heidelberg 1997 ist mit über 800 vorhandenen Klinischen Arbeitsplatzsystemen, monatlich mehr als 50.000 rechnerunterstützt übermittelten Befunden und mehr als 40 eingesetzten Anwendungssystemen, überdurchschnittlich gut ausgebaut. Eine detaillierte Beschreibung kann [Haux 1997] entnommen werden.

Seit Anfang 1997 ist die Weiterentwicklung des Klinikumsinformationssystems sehr durch die Erneuerung bestehender Systeme geprägt. Ausgetauscht werden nahezu alle zentralen Komponenten, wie z.B. das Patientenmanagementsystem, der Kommunikationsserver, die Labordatenverarbeitungssysteme und große Teile der Klinischen Arbeitsplatzsysteme. Dabei wurden und werden viele Eigenentwicklungen durch kommerzielle Produkte abgelöst. Die Vereinheitlichung der eingesetzten Anwendungssoftwareprodukte und der verwendeten Hardwareplattformen spielt dabei eine wesentliche Rolle. Ansonsten könnte der Betrieb und die Wartung der mittlerweile 9 zentralen Rechner, ca. 15 Abteilungsrechner, ca. 33 Servern lokaler Netzwerke und um die 3000 Arbeitsplatzrechner nicht mehr kostengerecht aufrecht erhalten werden.

Abbildung 5-1 vermittelt einen Eindruck über die eingesetzten Anwendungssysteme. Dargestellt ist der Soll-zustand 2002, wobei die sich bis dahin noch verändernden Anwendungssysteme grau unterlegt sind. Die Anwendungssysteme, die bei der Integration mobiler Kommunikations- und Informationswerkzeuge betrachtet werden müssen, sind fett umrahmt. Auf diese wird in Kapitel 5.2 noch etwas detaillierter eingegangen. Einige von diesen Systemen gehören zu denen, die derzeit beschafft bzw. erneuert werden. In der Abbildung gut zu erkennen ist, daß HeiKo 3, das nachrichtenbasierte Heidelberger Kommunikationssystem, als Integrator verwendet wird. Über dieses Kommunikationssystem werden Nachrichten im hauseigenen Standard oder als HL7 Nachrichten übermittelt. Das Patientenmanagementsystem IS-H (Fa. SAP) sendet via HeiKo allen patientenbezogenen Anwendungssystemen Patientenstamm- und Falldaten. Über HeiKo werden zusätzlich Laborbefunde, Leistungsdaten, Diagnosen und Dokumente wie z.B. Sonografiebefunde, OP-Berichte und Arztbriefe übermittelt. Weiter für die Patientenversorgung zentrale Anwendungssysteme sind: SARA+med, ein digital-optisches Archivierungssystem, das in Zukunft die Einsicht in eine elektronische Patientenakte realisieren soll und bereits zur Anforderung und Verwaltung konventioneller Akten verwendet wird. IS-H*Med soll bis Oktober 1999 alle bisher jeweils klinikspezifisch eingesetzten medizinischen Dokumentationssysteme ersetzen. IS-H*med ist sehr eng mit IS-H verbunden. Es hat keine eigene Patientendatenverwaltung, sondern nutzt die von IS-H. Es unterstützt außerdem mehr Verfahren als die bisher verwendeten Dokumentationssysteme. Eine direkte Kommunikationsschnittstelle zu SARA+med ist geplant, um HeiKo zu entlasten. Im gleichen Zuge werden die Klinischen Arbeitsplatzsysteme vereinheitlicht und unter Windows NT statt wie bisher unter Windows 3.11 realisiert. Das in Kapitel 2.2 beschriebene MEDIAS/WIN, was derzeit auf über 900 Arbeitsplatzrechnern installiert ist, wird abgelöst. Die darin realisierten Konzepte zur Bereitstellung eines Klinischen Arbeitsplatzsystems konnten weitestgehend innerhalb des neuen Betriebssystems umgesetzt werden.

In der Abbildung unzureichend berücksichtigt ist die Unterstützung der interpersonellen Kommunikation. Diese wird durch die am Anfang von Kapitel 2.3 erläuterten Piepser, festinstallierte Telefone und das Bürokommunikationssystem ccMail zur Realisierung der Elektronischen Post unterstützt. Das Anwendungssoftwareprodukt ccMail wird bis Ende 1999 durch das Produkt MS Exchange abgelöst sein. Derzeit befinden sich über 1700 Piepser im Einsatz. Über

diese werden täglich bis zu 7000 Funkrufe vermittelt. Laut Klinikumsvorstandsbeschuß vom November 1996, dürfen zusätzlich Handies eingesetzt werden. Deren Nutzung ist aber auf außerhalb des Klinikums beschränkt und nur für Personen empfohlen, die innerhalb von 15 Minuten erreichbar sein müssen. Um Verbindungsentgelte einzusparen, wird die Selbstwahl durch das Einspeichern von einer gewissen Anzahl von Rückrufnummern vorgesehen und ein Einzelgesprächsnachweis beim entsprechenden Netzbetreiber eingefordert. Eine zunehmende Anzahl von Ärzten besitzt zusätzlich ein privates Handy.

Da die Piepseranlage nicht mehr dem Stand der Technik entspricht, soll diese durch eine Telekommunikationsanlage erneuert werden, die vor allem mobiles Telefonieren ermöglicht und erweiterte Funktionalität bietet. Bei der Ausschreibung dieser Anlage konnten die Ergebnisse aus der Simulationsstudie eingebracht werden. Obwohl die Ausschreibung noch läuft, ist damit zu rechnen, daß in naher Zukunft ein auf dem DECT-Standard basierendes Funknetz zum Betreiben von schnurlosen Mobiltelefonen installiert wird. Diese Infrastruktur könnte für die mobile Informationsverarbeitung mitbenutzt werden. In der Ausschreibung wird der Anschlußmöglichkeit von bis zu 10.000 mobilen Endgeräten gefordert. Diese Zahl vermittelt einen Eindruck über das große Ausmaß der einzusetzenden mobilen Geräte.

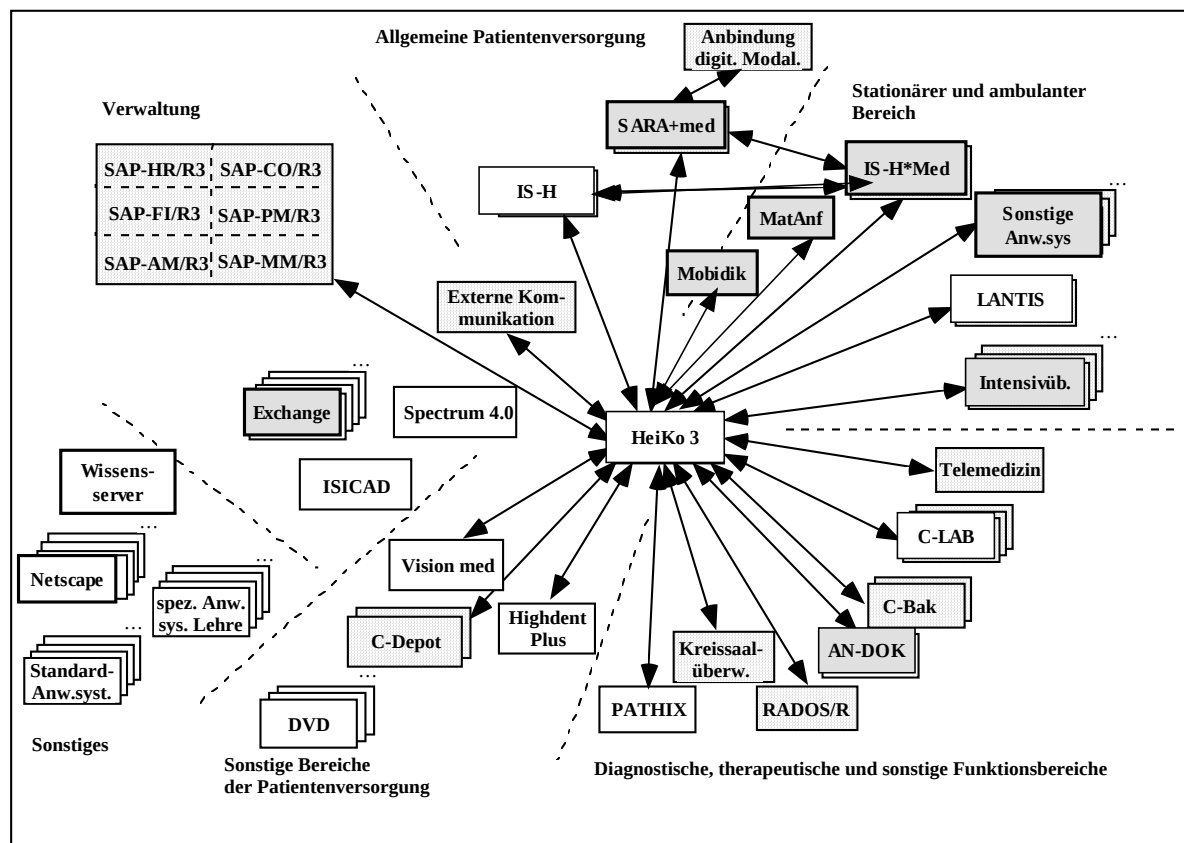


Abbildung 5-1: Logische Werkzeugebene des rechnerbasierten Teiles des Heidelberger Klinikumsinformationssystems - Sollkonzept bis zum Jahr 2002. Hellgrau unterlegt sind Anwendungssysteme, die bis dahin in der dargestellten Form noch flächendeckend eingeführt bzw. abgelöst werden. Fett umrandet sind die Anwendungssysteme, die bei der Integration mobiler Kommunikations- und Informationswerkzeuge näher betrachtet werden müssen.

5.2 Möglichkeiten zur Integration mobiler Informationswerkzeuge

In diesem Kapitel werden unter Verwendung des in Kapitel 4 erarbeiteten Leitfadens und unter Berücksichtigung der in Kapitel 5.1 kurz erläuterten Infrastruktur des Heidelberger Klinikumsinformationssystems, Vorschläge zur Integration mobiler Informations- und Kommunikationswerkzeuge dargelegt. Aus Gründen der Praktikabilität orientie-

ren sich diese an der in Kapitel 4.7 erläuterten Mehr-Geräte-Architektur. Der Einsatz in der klinischen Routine sowie weiterführende Forschungsprojekte werden berücksichtigt.

5.2.1 Zielsetzung

Die Integration mobiler Informations- und Kommunikationswerkzeuge am Klinikum Heidelberg soll folgende Ziele erfüllen:

Z1 Effiziente interpersonelle Kommunikation;

Z2 Erleichterung bei der Einführung einer rechnerbasierten Leistungsanforderung. Bei der Umsetzung soll berücksichtigt werden, daß ggf. später weitere Verfahren mobil verfügbar sein sollen.

Z3 Aktive Teilnahme bei der Forschung in Bezug auf die Auswirkungen des Einsatzes von mobilen Informations- und Kommunikationswerkzeugen.

Die Ziele sollen gemeinsam betrachtet werden, damit ein Gesamtkonzept entsteht.

5.2.2 Identifizieren der mobil zu realisierenden Verfahren

ad Z1: alle Teilverfahren des Verfahrens interpersonelle Kommunikation

ad Z2: Zunächst alle Teilverfahren des Verfahrens "Kooperation mit Leistungserbringern" sowie der Zugriff auf Patientenstamm- und falldaten. Betrachtet werden zusätzlich alle in Tabelle 4.3 durch ** gekennzeichneten Verfahren.

ad Z3: Als Teilverfahren des Verfahrens Patientenbefragung soll das Verfahren "Unterstützung des psychosomatischen Konsils" mobil realisiert werden. Die Realisierung dieses Verfahrens eignet sich für Forschungsfragenstellungen, da hierbei sensible patientenbezogene Daten mobil erhoben und an festinstallierten Arbeitsplätzen ausgewertet werden müssen. Durch die direkte Einbeziehung der Patienten eignet sich dieses Verfahren, um die Auswirkungen eines Einsatzes mobiler Kleinstcomputer auf die Arzt-Patienten- Beziehung zu erforschen und Erfahrungen bezüglich der organisatorischen Integration mobiler Kleinstcomputer zu gewinnen, wenn die Patienten das mobile Gerät benutzen. Durch die Übermittlung hochsensibler Daten eignet sich dieses Verfahren, um Techniken zur sicheren Datenübermittlung umzusetzen und zu evaluieren.

5.2.3 Identifizieren der Anwendungssysteme

Alle zunächst zu betrachtenden Anwendungssysteme und Verfahren faßt Tabelle 5-1 zusammen. Bei den Anwendungssystemen sind nur die wichtigsten aufgeführt. Sofern möglich ist das Anwendungssystem was, als Quellsystem bezeichnet werden kann, fett dargestellt. Ein Aufführen von HeiKo, bedeutet, daß die das Verfahren betreffenden Informationsobjekte in Form von Nachrichten über HeiKo versendet werden.

patientenbezogene Verfahren		Anwendungssysteme
Einsicht in die elektronische Patientenakte	*	SARA+med
Zugriff auf		
- Patientenstamm- und Falldaten	**	IS-H , SARA+med, HeiKo, SARA+med, HeiKo (bisher Labor- und Sonobefunde), IS-H*med?, konv. Akte, Abteilungssysteme der Befunderzeuger SARA+med , konv. Akte, IS-H*Med?
- aktuelle Befunde	**	
- eine Behandlungsübersicht	**	
Patientendatenverwaltung	*	
Patientennotaufnahme	**	IS-H , SARA+med, Mobidik
Klinische Dokumentation	*	
Diagnosendokumentation	**	IS-H , HeiKo PPR mit IS-H möglich, ansonsten konventionell, eine rechnerbasierte Unterstützung ist in Planung, noch keine Systemauswahl getroffen in Spezialbereichen standardisierte Fragebögen
Pflegedokumentation	**	
Patientenbefragung	*	
Kooperation mit Leistungserbringern	*	
Anforderung von Leistungen	*	Formularwesen mit sehr viel unterschiedlichen Formularen, geplant IS-H*med
Terminvereinbarung	*	telefonisch, je nach Klinik durch Arzt bzw. Pflegekraft, geplant IS-H*med
Übersicht über angeforderte Leistungen	*	geplant IS-H*med
Essensplanung- und bestellung	**	MobiDik
nicht patientenbezogene Verfahren		
interpersonelle Kommunikation	**	
Telefonieren	**	Telefone, Eneuerung Telekommunikationsanlage geplant
Empfang von Notrufen	**	Piepser, Erneuerung Telekomm. Anlage geplant
Austausch von Sprach- u. Textnachrichten	**	Text: MS Exchange, Sprache: Anrufbeantworter-funktionalität der neuen Telekom. Anlage
Einstellung der persönlichen Erreichbarkeit	**	konventionell, bei neuer Telekom. berücksichtigt (Rufumleitung, Anrufbeantworter)
betriebsteilbezogene Funktionen	*	
Anforderung von Medikamenten	**	MatAnf , HeiKo
Zugriff auf Wissen	*	
Zugriff auf Medikamentenlisten	**	WWW-basierter Wissensserver
Zugriff auf hausinterne Informationen	**	WWW-basierter Wissensserver

Tabelle 5-1: Zunächst am Klinikum Heidelberg mobil zu realisierende Verfahren und die sie realisierenden Anwendungssysteme.

5.2.4 Beachtung der allgemeinen Integrationsstrategie

Das Heidelberger Klinikumsinformationssystem ist vom Typ Mischform, wobei die standardisierte, nachrichtenbasierte Kommunikation über das Kommunikationssystem HeiKo Hauptintegrator ist. Lediglich zentrale Systeme wie SARA+med und IS-H bzw. IS-H*med dürfen direkt kommunizieren. Mittelfristig kann SARA+med neben HeiKo als zweiter Integrator auftreten, da aus Lastgründen insbesondere Anwendungssysteme bildgebender Verfahren Dokumente direkt an SARA+med übermitteln werden.

Zusätzlich wurden mit Verabschiedung des Rahmenkonzepts 1997-2002 einige Leitlinien festgelegt (vgl. [Haux 1997], S. 38f). Hierbei müssen für die Integration mobiler Informationswerkzeuge die Leitlinien (2) Integrierte Informationsverarbeitung, und mehrfache Verwendung von Patientendaten und (3) Anwendung von Standards in der Patientenversorgung und kontrollierte Heterogenität berücksichtigt werden.

5.2.5 Untersuchung der benötigten Anwendungssysteme

ad Ziel 1:

Eine Untersuchung der alten Piepseranlage ist nicht mehr notwendig, da die Ausschreibungen für eine neue Telekommunikationsanlage bereits im Gange sind. Auf die Ausschreibung konnte Einfluß genommen werden, so daß alle Anforderungen aus Kapitel 4.2 zumindest als wünschenswert in das Pflichtenheft mit aufgenommen wurden (vgl.[Planungsgruppe-Medizin 1998]).

MS Exchange: Es gibt bereits Clienten für diverse Windows CE PDAs.

ad Ziel 2:

Zunächst müssen nur die sehr eng gekoppelten Anwendungssysteme **IS-H bzw. IS-H*med** betrachtet werden.

Beides sind für das Gesundheitswesen spezifische Lösungen auf Basis des Standardanwendungssystems R/3 der Firma SAP AG. Produkte auf R/3 Basis sind strikt in drei Schichten getrennt - Datenbank, Applikation und Präsentation. Dabei wird die Präsentationsschicht durch das bedarfsorientierte Herunterladen von ausführbaren Programmcode bewußt schlank gehalten. Zugrunde liegt das sogenannte "Business Framework", eine offene, komponentenbasierte Architektur, die Interaktion und Integration von Softwarekomponenten der SAP und anderer Hersteller ermöglicht. Kernbestandteil des Business Frameworks und Vorbedingung für die Interoperabilität sind SAP-Business-Objekte, auf die mittels BAPIs (Business Application Programming Interfaces) über standardisierte Methoden zugegriffen werden kann. Die SAP-Business-Objekte und ihre BAPIs bieten eine objektorientierte Sicht auf die betriebswirtschaftliche Funktionalität des Systems R/3. Der Zugriff kann mit Hilfe objektorientierter Schnittstellentechnologien, wie z. B. COM/DCOM (Component Object Model/Distributed Component Object Model von Microsoft), RFC (Remote Function Call) und JAVA erfolgen. In Entwicklung befindet sich der Zugriff unter Verwendung von CORBA. Die SAP-Business-Objekte sind konform mit den Richtlinien der Object Application Group (OAG) und entsprechen, in Zusammenarbeit mit ObjectBridge von VisualEdge, den CORBA-Richtlinien der Object Management Group. Nähere Informationen dazu sind z.B. auf dem WWW-Server der Fa. SAP zu finden (<http://www.sap-ag.de>).

Unter Verwendung der BAPI gibt es bereits Komponenten zur Erstellung von Intranet bzw. Internet Anwendungssystemen. Für das Gesundheitswesen bzw. IS-H oder IS-H*med sind bisher keine BAPIs definiert. Noch existieren keine Intraneterweiterungen.

Über das mobile Einsetzen von IS-H bzw. IS-H*med konnten keine Informationen gefunden werden. Im R/3 Umfeld gibt es für die Außendienstmitarbeiter in Vertrieb und Kundenservice, sowie für die Instandhaltungsabwicklung mobile Realisierungen unter Verwendung von Notebooks. Am Klinikum Ludwigshafen werden in der Apotheke in Zusammenhang mit R/3 zur Optimierung der Materialwirtschaft mobile Funk-Scanner in Verbindung mit einem drahtlosen LAN verwendet (vgl. [Ludwigshafen 1996]). Alle Lösungen basieren auf synchronen Kommunikationsschnittstellen zu R/3. Als Datenübertragungsverbindungen werden für die Außenmitarbeiter das D1-Netz oder das ISDN-Telefonnetz verwendet. Zum Erhöhen der Datensicherheit wurde in Zusammenarbeit mit der IXOS GmbH ein verschlüsseltes, komprimiertes Protokoll für den Datentransfer zwischen der SAP-GUI und R/3 entwickelt.

Die Anforderungen, die sich durch die Integration der mobilen Werkzeuge in das Arbeitsumfeld ergeben, werden von den bisher verfügbaren Benutzungsschnittstellen nicht erfüllt. Benachrichtigungsmechanismen, z.B. über neu eingetroffene Befunde oder ein Mahnwesen (z.B. zu noch zu dokumentierenden Diagnosen) sind in IS-H / IS-H*med nicht vorgesehen.

Für das Gesamtkonzept müssen zusätzlich die rechnerbasierten Anwendungssysteme **SARA+med, HeiKo, MobiDik, MatAnf, WWW-basierter Wissensserver, interner WWW-Server** betrachtet werden. Dabei werden MobiDik und MatAnf nicht weiter berücksichtigt, da diese Anwendungssysteme in naher Zukunft abgelöst werden.

WWW-basierter Wissensserver, interner WWW-Server: Detaillierte architektonische Betrachtungen können entfallen, da hier die allgemeinen Ausführungen zur WWW-Technologie in Kapitel 4.3. genügen. Speziell für das Klinikum Heidelberg muß vermerkt werden, daß es einen Wissensserver, einen internen und einen externen WWW-Server gibt. Informationen, die auf dem Wissensserver und dem internen WWW-Server gespeichert sind, sind nur von Arbeitsplatzrechnern innerhalb des Klinikumsnetzes zugänglich. Letzter kann von allen Institutionen genutzt werden, um interne Informationen bereitzustellen. Der Zugang zum zentralen Wissensserver ist unter anderem per WWW-Browser möglich. Auf dem Wissensserver werden lokal Nachschlagewerke, Atlanten, Literaturdatenbanken angeboten, sowie wertvolle Verzweigungsmöglichkeiten ins Internet bereitgestellt. Die beste Übersicht über die bereitgestellten Informationen erhält man, wenn man diesen unter (<http://www.krz.uni-heidelberg.de/mi/intern/kliwis/iww3zfrm.html>) aktiviert.

Durch die Realisierung eines mobilen Zugangs zu diesen Servern könnte das Spektrum an benötigtem Wissen bis auf die fachspezifischen Kurzreferenzen abgedeckt werden.

HeiKo: Wie bereits in Kapitel 5.1 erwähnt ist HeiKo ein nachrichtenbasiertes Kommunikationssystem. Es ist auf Basis von Cloverleaf der Firma HIE realisiert und ermöglicht die standardisierte Kommunikation zwischen Anwendungssystemen auf Anwendungssystemebene. Für die Integration von Anwendungssystemen über HeiKo stellt das Klinikum Heidelberg die Spezifikation der verwendeten Nachrichtentypen, detaillierte Integrationsanforderungen [vgl. [Grothe 1997; Grothe 1998]] sowie Kommunikationsschnittstellen in Form aufrufbarer C-Unterprogramme zur Verfügung.

SARA+med: SARA+med ist ein Dokumentenmanagementsystem, das in einem gemeinsamen Projekt zwischen dem Universitätsklinikum Heidelberg und der Firma heitec weiterentwickelt und auf die speziellen Bedürfnisse eines Krankenhauses der Maximalversorgung angepaßt wird. Als zentrales System, das langfristig die konventionelle Archivierung ablösen soll, speichert es patientenbezogen alle Dokumente. Diese können automatisch über eine HL7- und bei Bildern über eine DICOM Schnittstelle übernommen werden. Zusätzlich werden konventionelle Dokumente manuell eingescannt und indiziert. Eine patientenübergreifende Auswertung der in SARA+med gespeicherten Informationen ist möglich. Arbeiten bezüglich der Gestaltung adäquater Benutzungsschnittstellen für eine elektronische Patientenakte sind im Gange (vgl. z.B. [Ohr 1996]). SARA+med ist unter Verwendung verschiedener Funktionseinheiten (Units) modular aufgebaut. Für die Präsentation ist die Viewing Unit zuständig. In dieser können Ordnungsstrukturen, Übersichten und einzelne Dokumente betrachtet und ggf. bearbeitet werden. Die Viewing Unit ist ebenfalls modular aufgebaut, so daß spezielle Konfigurationen vorgenommen werden können. Sie ist auf unterschiedlichen Plattformen verwendbar, wurde aber im Zusammenhang mit mobilen Informationswerkzeugen noch nicht eingesetzt. Interessant ist außerdem die Export Unit, mit der es möglich ist, Dokumente protokolliert und ggf. formatumgewandelt aktiv an andere Systeme zu versenden. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit SARA-Funktionen über WWW zu nutzen. Letzteres und die Export Unit werden am Universitätsklinikum Heidelberg jedoch noch nicht verwendet.

ad Ziel 3:

Das Verfahren "Unterstützung des psychosomatischen Konsils" wird bisher durch standardisierte konventionelle Fragebögen und durch ein Anwendungssystem zur Auswertung der Fragebögen unterstützt. Der Fragebogen wird vom Patienten selbst ausgefüllt. Die Antworten werden danach vom behandelnden Arzt mit dem vorhandenen Anwendungssystem erfaßt. Ein Score wird ermittelt. Dieser nimmt Einfluß auf die weitere Therapie.

5.2.6 Festlegung der Kommunikationsverbindungen und Datenübertragungsschnittstellen

Realisiert werden synchrone Kommunikationsverbindungen auf Basis des in Zusammenhang mit der neuen Telekommunikationsanlage beschafften Funknetzes.

Eine drahtlose Erweiterung der bestehenden lokalen Ethernet-Netzwerke lohnt nicht, da bereits konkrete Planungen für den Einsatz von ATM Netzwerken stattfinden.

5.2.7 Einsatzweise der mobilen Geräte

ad Ziel 1:

Es sollen primär persönliche Geräte eingesetzt werden. Ihre Verteilung orientiert sich an der Verteilung der bisher verwendeten Piepser. Funktionsgebundene Geräte werden zusätzlich für spezielle Dienste wie den Nachtdienst, Wochenenddienst, Bereitschaftsdienst benötigt. Personen, die ein persönliches mobiles Telefon benutzen, sollten auf diesem durch Rufumleitung im Falle von den oben erwähnten Diensten auch die Anrufe erhalten, die normalerweise an die funktionsgebundenen Geräte gerichtet sind. Auf die funktionsgebundenen Geräte kann trotzdem nicht verzichtet werden, da längst nicht alle Ärzte (z.B. AiP'ler, PJ'ler) und Pflegekräfte mit einem persönlichen Gerät ausgestattet werden.

ad Ziel 2:

Es sollen zunächst auf Station funktionsgebundene Geräte als Ergänzung zu den festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystemen verwendet werden. Die Geräte dienen primär der Entzerrung im Stationszimmer. Sie sollen auch in Besprechungen und probeweise auf die Visite mitgenommen werden, um die Leistungen direkt im Arbeitskontext anzufordern. Die Anzahl der benötigten Geräte richtet sich konkret nach der Größe der Station und der dort herrschenden Arbeitsteilung zwischen Ärzten und Pflegekräften. Vor Bestimmung der konkreten Anzahl ist eine detaillierte Analyse notwendig.

ad Ziel 3:

Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollen zunächst 1-2 sehr einfach zu benutzende mobile Kleinstcomputer, eingesetzt werden. Diese sind von den Patienten zu bedienen. Sofern der Arzt nicht über den automatisch ermittelten Score unter Benutzung seines erweiterten Mobil-Telefons informiert werden kann, werden zusätzlich mobile Kleinstcomputer für die konsultierende Ärzte benötigt.

5.2.8 Auswahl der mobilen Geräte

Aufgrund des rasanten technologischen Fortschritts können an dieser Stelle höchstens vorsichtige Empfehlungen gegeben werden. Diese müssen Fall eines konkreten Projektes unbedingt anhand des aktuellen Technikstandes überprüft werden. Dies gilt insbesondere in Bezug auf die Kompatibilität mit der für das Funknetz benötigten Datenübertragungshardware.

ad Ziel 1: bei Verwendung eines DECT-Funknetzes z.B. das Siemens Gigaset.

Zusätzlich zu den in Kapitel 4.4 erarbeiteten Kriterien muß bei der Auswahl der Geräte zur mobilen Informationsverarbeitung darauf geachtet werden, daß eine WWW-Browser für das Gerät verfügbar ist (siehe Kapitel 5.2.9).

ad Ziel 2: für einen Routineeinsatz sollte noch nicht auf die Tastatur verzichtet werden. Es könnten z.B. die PDAs von Hewlett Packard HP 360 LX verwendet werden. Sind diese Geräte zu klein, so muß momentan auf normale Notebooks ausgewichen werden.

ad Ziel 3: Es sollte unter Benutzung eines tastaturlosen Gerätes wie z.B. dem Palm Pilot III geforscht werden.

5.2.9 Systemdesign & Realisierung

Entsprechend der Mehr-Geräte-Architektur wird für eine Realisierung, der möglichst bald in Routine einzuführenden Verfahren, eine Trennung zwischen mobiler Kommunikation und mobiler Informationsverarbeitung vorgesehen.

Ziel 1 kann erreicht werden, wenn alle in der Ausschreibung der neuen Telekommunikationsanlage erfaßten Anforderungen umgesetzt werden. Eine Herausforderung ergibt sich zusätzlich bei der Integration zwischen MS Exchange und der Telekommunikationsanlage. Dies wird eine anwendungsspezifische Integration beinhalten. Deren Realisierung hängt zu stark von der noch nicht vorhandenen Telekommunikationsanlage ab, als daß im Rahmen dieser Arbeit ein Realisierungsvorschlag unterbreitet werden könnte.

Ziel 2 kann unter der Beachtung der in 5.2.4 dargelegte Integrationsstrategie nur durch ein anwendungsspezifisches Erweitern der vorhandenen Anwendungssysteme IS-H/IS-H*med und SARA+med erfolgen. Es wird empfohlen diese Erweiterungen unter Verwendung der Intranet Technologie zu realisieren. Wie in Kapitel 5.2.5 erläutert, stellen beide Systeme Möglichkeiten hierfür zur Verfügung.

Dieses Vorgehen hat folgende Vorteile

- Die sehr komplexen, detaillierten Berechtigungskonzepte beider Systeme können ohne zusätzlichen Aufwand weiterverwendet werden.
- Trotz unterschiedlicher Anwendungssysteme kann eine Funktionsintegration durch einfache Hyperlinks bewerkstelligt werden. Diese Arbeiten für die Integration der mobilen Kleinstcomputer können sich positiv auf die Fortentwicklung der festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsysteme auswirken. Auch für diese muß bei flächendeckender Einführung von SARA+med die Funktionsintegration zwischen IS-H*med und SARA+med bewerkstelligt werden. IS-H*med soll dann in Bezug auf patientenbezogene Dokumentation primär dokumentenerzeugendes System sein. SARA+med soll als umfassende elektronische Akte die Informationspräsentation übernehmen.
- Die Herstellerfirmen der Softwareprodukte (heitec bzw. GSD und EDVG) könnten großes Interesse an einem gemeinsamen Projekt haben, da ihre Anwendungssoftwareprodukte plattformunabhängig, flexibel erweitert werden. Nur in einer Kooperation mit den Firmen, können genügend Entwicklungsressourcen bereitgestellt werden, um effizient eine routinefähige Erweiterung der Anwendungssysteme zu erstellen.
- Der Zugang zum Wissensserver wäre mitrealisiert. Aufwände entstehen hier nur bei der Erstellung einer zusätzlichen Startseite, die effizient und übersichtlich den Zugang zu den mobil benötigten Ressourcen gewährt. Obwohl die Benutzungsschnittstellen nicht optimal sind, so konnte in [Williams 1997] gezeigt werden, daß zumindest die Rote Liste akzeptabel benutzbar ist. Gegebenenfalls können die Benutzungsschnittstellen durch Bereitstellung einiger spezieller HTML-Seiten optimiert werden.

Diese Vorgehensweise hat jedoch auch Nachteile: Aus Gründen der Flexibilität kann wahrscheinlich das für die mobilen Geräte optimierte HDML (vgl. Kapitel 4.3.4) nicht verwendet werden. Dies sollte vor Projektbeginn auf jeden Fall eingehend geprüft werden. Ansonsten sollte zumindest versucht werden die Protokolle HTTPS und HTTP Version 1.1 zu verwenden. Bei der Gestaltung der HTML-Seiten müssen die mobilen Belange von vornherein mitberücksichtigt werden. Bei ISH / IS-H*med entsteht sehr viel Aufwand weil noch keine BAPIs definiert sind. Ein Problem könnte sich zusätzlich daraus ergeben, daß die Browser für mobile Kleinstcomputer bisher noch nicht JAVA-fähig sind. Trotz allem erscheint mir dieser Ansatz richtig in Hinblick auf den rasanten Technologie Wandel bei mobilen Kleinstcomputern und der bereits vorhandenen Bedeutung der Internet/Intranet-Technologie.

Dieses Integrationskonzept bewirkt, daß für zukünftige Anwendungssysteme, die Verfahren realisieren, welche auch mobil benutzt werden sollen, im Rahmen der Integrationsanforderungen gefordert wird, daß mobil benutzbare Benutzungsschnittstellen möglichst auf Basis der Intranet -Technologie bereitgestellt werden müssen.

Zur Verwirklichung von Ziel 3 sollte primär diese Integrationsstrategie beachtet werden. Denn Anwendungssysteme, die im Rahmen von Forschungsprojekten entstehen, lassen sich nur dann in die klinische Routine überführen, wenn sie der allgemeinen Integrationsstrategie entsprechen und mit in der Routine benutzten Anwendungssystemen konform sind. Dies heißt konkret, daß der abzubildende Fragebogen unter Verwendung von HTML realisiert werden sollte. Über eine CGI-Schnittstelle müssen die auf dem Fragebogen erhobenen Daten in das vorhandene Anwen-

dungssystem importiert werden. Per Berechtigungskonzept ist zu gewährleisten, daß der Patient, der den Fragebogen ausfüllt, nur Zugang zu diesem und nicht zu anderen sensiblen Daten hat.

5.2.10 Organisatorische Integration

Dem Rahmen dieser Arbeit entspricht es nicht konkrete Organisationpläne zur Planung der benötigten Anwenderschulungen oder eine Einführungsstrategie im Rahmen einer Migration, z.B. vom konventionellen Formularwesen zur rechnerbasierten Leistungsanforderung, zu erörtern. Die Aufstellmöglichkeiten für die mobilen Kleinstcomputer etc. müssen die EDV-Beauftragten der einzelnen Kliniken selbst finden.

Es kann jedoch empfohlen werden, daß (Forschungs)arbeiten zügig aufgenommen werden, damit benutzbare mobile Kleinstcomputer bei der Einführung einer rechnerbasierten Leistungsanforderung zur Verfügung stehen.

6 Zusammenfassung und Diskussion

Beantwortung der Fragen

Ziel 1 war es, die Gestaltung von mobilen Informations- und Kommunikationswerkzeugen in Bezug auf Funktionalität und Geräteeigenschaften zu erarbeiten. Dabei sollten Wünsche der klinischen Anwender, aber auch die derzeitige Praktikabilität berücksichtigt werden.

Zum Erreichen dieses Zieles wurden zwei praxisnahe Evaluationen am Universitätsklinikum Heidelberg durchgeführt (vgl. Kapitel 3). Durch die Verwendung unterschiedlicher mobiler Kleinstcomputer und verschiedener Konzepte zur Bereitstellung der als relevant erachteten Funktionalität konnten vielseitige Erfahrungen gesammelt werden. Gestaltungsanregungen wurden bei der Vorbereitung und Durchführung sowie durch die im Rahmen der Evaluationen geführten Interviews gemeinsam mit klinischen Anwendern erarbeitet.

Frage 1.1 Welche Funktionalität wird auf welchem mobilen Kleinstcomputer benötigt?

Wie in Kapitel 4.2 ausführlich dargestellt, ist ein mobiler Zugang zu eine Vielzahl von informationsverarbeitenden Verfahren sinnvoll. Wichtigstes mobil zu realisierendes Verfahren ist die Unterstützung der interpersonellen Kommunikation. Bei den patientenbezogenen Verfahren gehören viele Teilverfahren der Verfahren Einsicht in eine Elektronische Patientenakte, Klinische Dokumentation, Koordination mit Leistungserbringern, Essensplanung und -bestellung. Weitere wichtige nicht-patientenbezogene Verfahren, die mobil realisiert werden sollten, sind von den betriebsteilbezogenen Funktionen z.B. das Anfordern von Material und Medikamenten und der Zugriff auf Wissen, vor allem auf Medikamentenlisten, fachspezifische Kurzreferenzen sowie hausinterne Informationen (z.B. Telefonverzeichnis, Pflege- und Behandlungsstandards). Eine nach mobiler Wichtigkeit bewertete Übersicht zu allen relevanten Verfahren ist in Tabelle 4-3 enthalten.

Die funktionalen Überlappungen zu festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystemen sind offensichtlich. Aus diesem Grunde ist bei der Gestaltung mobiler Arbeitsplatzsysteme unbedingt darauf zu achten, daß diese in den Punkten Präsentationsintegration, Zugangsintegration und Datenintegration sehr eng mit den festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystemen zusammenarbeiten. Die Überlegungen in Kapitel 4 zeigen, daß mobile Kleinstcomputer zwar die Benutzung Klinischer Arbeitsplatzsysteme räumlich ausweiten und evtl. die Anzahl der fest zu installierenden Arbeitsplatzsysteme verringern, jedoch diese nicht ersetzen können.

Die Grenzen zwischen interpersoneller Kommunikation und der sonstigen Informationsverarbeitung verschieben sich bzw. verwischen durch das Verfügbarmachen rechnerbasierter Werkzeuge zur Informationsverarbeitung und mobile Kleinstcomputer. Mit den momentan verfügbaren mobilen Kleinstcomputern ist es noch nicht befriedigend praktikabel, beides mit einem Gerät zu unterstützen. Es wird daher die in Kapitel 4.7.1 erläuterte Mehr-Geräte-Architektur vorgeschlagen. In dieser wird ausgedrückt, daß für eine optimale Unterstützung der Kommunikation und Informationsverarbeitung zukünftig primär erweiterte Mobiltelefone und festinstallierte Klinische Arbeitsplatzsysteme eingesetzt werden und mobile Kleinstcomputer eine ergänzende Rolle spielen. Nur in der Synergie der verschiedenen Informations- und Kommunikationswerkzeuge kann ein optimaler Nutzen für das klinische Personal und letztlich auch für den Patienten erhalten werden.

Während sehr klar festgelegt werden kann, daß auf erweiterten Mobiltelefonen alle Teilverfahren der interpersonellen Kommunikation sowie der Zugriff auf ein Telefonverzeichnis und evtl. noch der Empfang von aktuellen Befunden realisiert werden sollte, ist das Spektrum der auf den mobilen Kleinstcomputern zu realisierenden Funktionalität wesentlich breiter. Die in dieser Arbeit erarbeiteten Verfahren beschränken sich auf eine Übersicht der sinnvollen. Aus dieser Übersicht müssen im konkreten Realisierungsfall die relevanten ausgewählt werden. Die in den Tabellen 4.7 - 4.9 erstellten Beispielprofile zeigen einige Möglichkeiten. Anders betrachtet: bei allen verfahrensspezifischen Projekten, die diese Verfahren betreffen, sollte der Einsatz mobiler Kleinstcomputer früh berücksichtigt werden.

Feststellen läßt sich weiterhin, daß bei persönlichen mobilen Kleinstcomputern ein breiteres Spektrum an Verfahren benötigt wird als bei nicht-persönlichen, sondern für bestimmte Zwecke (wie z.B. Patienteninformation am Bett, Konsildienst, Anästhesie Vorbereitung) eingesetzten Geräten. Auf jeden Fall werden diese durch die bereits an Klinischen Arbeitsplatzsystemen angebotenen Verfahren mitbestimmt. Es konnte kein Verfahren gefunden werden, daß nur auf einem mobilen Kleinstcomputer und nicht durch ein mobiles Telefon oder auch am festinstallierten Klinischen Arbeitsplatzsystem angeboten werden sollte.

Frage 1.2 Welche Anforderungen sind an ein mobiles Kommunikations- und Informationswerkzeug zu stellen?

Die vorgeschlagene Trennung zwischen Mobiltelefonen zur Unterstützung der interpersonellen Kommunikation und tragbaren Kleinstcomputern für die mobile Informationsverarbeitung zeigt, daß es momentan nicht ein mobiles Kommunikations- und Informationswerkzeug gibt, daß *allen* Anforderungen gerecht wird. Für alle mobilen Geräte ist zu fordern, daß sie leicht sind und sparsam mit Energie umgehen, robust gegen Fall und Desinfektionsmittel sind und auch in eher dunklen Umgebungen einwandfrei benutzt werden können. An die persönlich, immer mitzuführen- den Werkzeuge sind diese Forderungen besonders hoch und werden durch Anforderungen bezüglich der Miniaturisierung ergänzt. Da die Miniaturisierung beim heutigen Stand der Technik kleine Bildschirme und verringerte Eingabemöglichkeiten mit sich bringen, muß bei Bedarf von größeren Bildschirmen und/oder viel Freitexteingabe auf größere Geräte zurückgegriffen werden. Eine Übersicht der an die unterschiedlichen Gerätetypen zu stellenden Anforderungen kann den Tabellen 4.12 und 4.13. entnommen werden. Werden die Geräte über Funk integriert deren Elektromagnetischen Verträglichkeit mit anderen Medizin-technischen Geräten zu gewährleisten

Für ein optimales Gerät sind nicht nur Forderungen an den technologischen Fortschritt zu stellen, sondern auch an die Fortentwicklung verbesserter Computer-Mensch-Interaktionsmöglichkeiten. Zu diesen gehören bereits verfügbare, aber für den Routineeinsatz nicht genug ausgereifte Basistechniken wie Spracheingabe, Sprachsteuerung und Handschrifterkennung. Wichtiger ist noch, daß die inhaltliche Strukturieren der zu erfassenden Daten und zu präsentierenden Informationen sowie antizipierende Benutzungsoberflächen erforscht und umgesetzt werden. Diese Aspekte sind für eine adäquate Nutzung mobiler Informations- und Kommunikationswerkzeuge zwingend, wirken sich aber zusätzlich positiv auf die Gestaltung aller Anwendungssysteme aus.

Auf Dauer sollten die unterschiedlichen Anforderungen an mobile Kleinstcomputer durch 1 bis maximal 2 Gerätetypen erfüllt werden können, da ansonsten die Aufwände und Kosten für Inbetriebnahme, Pflege und Wartung neben denen, die schon für festinstallierte Klinische Arbeitsplatzsysteme entstehen, nicht vertretbar sind.

Ziel 2 war es, alle Aspekte, die bei der Integration von mobilen Informations- und Kommunikationswerkzeugen in ein heterogenes Krankenhausinformationssystem berücksichtigt werden sollten, zu beschreiben und zu diskutieren.

Nicht nur am Umfang des Kapitels 4 ist zu erkennen, wie vielfältig die bei der Integration zu berücksichtigenden Aspekte sind. Neben den eher technologischen Aspekten der Integration auf der Verfahrensebene und den beiden Werkzeugenebenen spielen Organisatorische Aspekte und Vorüberlegungen in Bezug darauf, welche Personen wann und wo mit den mobilen Geräten arbeiten, eine zentrale Rolle.

Die Unterschiede zwischen der Integration mobiler Kommunikations- und Informationswerkzeuge und der Bereitstellung eines Klinischen Arbeitsplatzsystems liegen in den Details. Das Integrieren mobiler Informationswerkzeuge erfordert im Vergleich noch größere Anstrengungen, da durch diese Werkzeuge die Computerbenutzung in sensiblere Bereiche eindringt und nebenbei erledigt werden soll, ohne das Arzt-Patienten-Verhältnis zu belasten.

Frage 2.1 Welche Voraussetzungen muß die Infrastruktur eines Krankenhausinformationssystems erfüllen, damit Funktionen auf mobilen Kleinstcomputern angeboten werden können?

Eine wesentliche Voraussetzung für die Integration mobiler Kleinstcomputer ist, daß Verfahren, die sinnvoller Weise mobil realisiert sein sollten, bereits rechnerbasiert realisiert sind oder im Planungszeitraum rechnerbasiert realisiert werden. Ist letzteres der Fall, so ist es wichtig die Verwendung mobiler Kleinstcomputer frühzeitig miteinzuplanen

und einzufordern. Deren Einsatz beeinflusst die Arbeitsabläufe anders, als wenn Verfahren nur durch Anwendungssysteme auf festinstallierten Rechnersystemen umgestellt werden. Sind bereits rechnerbasierte Anwendungssysteme vorhanden, so die Realisierung dann möglich, wenn auf die Daten dieser von den mobilen Werkzeugen aus zugegriffen werden kann. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob es ausreicht, anwendungsspezifisch schlanke, an die Bedürfnisse des mobilen Arbeiten angepaßte Präsentationsklienten zu entwickeln, oder ob ein sogenanntes 'mobiles Gateway-System' als Mediator dazwischen geschaltet werden muß.

Können auf dem mobilen Kleinstcomputer erfaßte Daten bzw. darauf zu präsentierenden Informationen lediglich über ein nachrichtenbasiertes Kommunikationssystem mit bereits vorhandenen Anwendungssystemen ausgetauscht werden, so muß ein vollständiges Anwendungssystem mit weitestgehend redundanter Datenhaltung entwickelt werden.

Als notwendige Voraussetzung zur Hardwareintegration der mobilen Kleinstcomputer sieht die Verfasserin die Installation eines leistungsfähigen Funknetzes (näheres hierzu siehe bei Frage 2.2). Nicht notwendige Voraussetzung, jedoch große Erleichterung für die Integration mobiler Informationswerkzeuge stellt eine Infrastruktur, die z.B. über einen zentralen Wissensserver, integrierte Klinische Arbeitsplatzsysteme und über ein strukturiertes Integrationskonzept verfügt.

Frage 2.2 Sind mobile Informationswerkzeuge in einem Krankenhaus nur mit Funknetz sinnvoll einsetzbar?

Die Möglichkeiten der Realisierung von asynchronen Kommunikationsschnittstellen und die vorhandenen asynchronen Datenübertragungsschnittstellen zeigen, daß der Einsatz mobiler Informationswerkzeuge grundsätzlich auch ohne Funknetz möglich ist. Doch in einem Krankenhaus, in dem viele spezialisierte Personen bei der Behandlung eines Patienten kooperieren und der tägliche Patientendurchsatz hoch ist, sind meines Erachtens Synchronisationsaufwände und die Aufwände zur Gewährleistung ausreichender Datensicherheit, die bei multifunktional gestalteten, evtl. persönlich eingesetzten mobilen Informationswerkzeugen, entstehen, als zu hoch. In Bereichen, in denen einzelne Personen mit einem mobilen Informationswerkzeug arbeiten und mit täglich 1-2 Synchronisationsvorgängen auskommen, sind asynchrone Kommunikationsschnittstellen ausreichend, nicht aber innerhalb eines Krankenhauses. Asynchrone Kommunikationsschnittstellen können z.B. für einen niedergelassenen Arzt, der mit einem mobilen Informationswerkzeug Hausbesuche macht oder einen Außendienstmitarbeiter einer Firma, der morgens und abends mit der Zentrale Daten abgleicht, ausreichend sein. Die Meinungen in der Literatur dazu sind unterschiedlich: Während [Urban et al. 1998] die zu hohen Aufwände bei der Synchronisation der Datenbestände als Mitursache für das Fehlschlagen mobiler rechnerunterstützter Pflegedokumentation ansieht berichtet [Strain et al. 1996] darüber, daß den Ärzten das Abholen der aktuellen Befunde an einer 'Docking-Station' nichts ausgemacht hat.

Die Vielzahl der Projekte, die sich mit der Informationspräsentation und die geringe Anzahl der Projekte, die sich mit der mobilen Dokumentation beschäftigen, geben evtl. einen Hinweis darauf, daß man letztere ohne synchrone Anbindung an andere Anwendungssysteme des Krankenhausinformationssystems nicht gewagt hat. Die Ergebnisse der in Kapitel 3 dargestellten Evaluationen stützen die Meinung, daß eine synchrone Anbindung essentiell ist (vgl. Kapitel 3.1 bzw. 3.2.5).

Die vielversprechenden Forschungsergebnisse mit drahtlosen ATM Netzwerken (vgl. Projekt Magic WAND, z.B.: [Kassler 1996; Dudzik et al. 1997]) zeigen, daß mittelfristig hochleistungsfähige Funknetze für problemlose Übertragung von Multimedia-Daten zur Verfügung stehen. Es sollten daher Forschungs- und Softwareentwicklungsaufwände lieber in die Konstruktion adäquater Benutzungsoberflächen für mobile Kleinstcomputer als in die Konstruktion asynchroner Kommunikationsschnittstellen investiert werden.

Frage 2.3 Welche Software-Architekturen eignen sich für die Integration mobiler Funktionen mit anderen Anwendungssystemen?

Es eignen sich alle stark modularisierten Software-Architekturen, in denen die Präsentationsschicht über eine Schnittstelle klar abgegrenzt ist und Rechenleistung vom mobilen Kleinstcomputer weg verteilt werden kann. Im Fall

der synchronen Kommunikationsschnittstellen ist wichtig, daß die Daten zwischen Präsentationsschicht und dem restlichen Anwendungssystem komprimiert und verschlüsselt transportiert werden.

Die Intranet-WWW-Technologie eignet sich bedingt. Einerseits bietet sie gute Möglichkeiten post-facto, plattform-unabhängig Informationsressourcen wiederzuverwenden. Für viele mobile Kleinstcomputer stehen mittlerweile Browser zu Verfügung. Die verwendeten Protokolle und Dateiformate (TCP/IP, http, HTML) sind jedoch nicht optimal. Sie wurden aber bereits durch für über Funk erreichbare mobile Kleinstcomputer und Handies zugeschnittene Protokolle und Dateiformate (hftp, HDML) erweitert (vgl. Kapitel 4.3).

Vielversprechend ist die Verwendung des CORBA Standards. Dieser unterstützt die Entwicklung verteilter, interoperabler Systeme und bietet durch das einfache Programmiermodell und die Standardisierung eine Verringerung der Komplexität und bessere Wartbarkeit verteilter Informationssysteme. Es sind bereits Telecommunication Facilities und mobile Agent Facilities durch die Object Management Group (OMG) definiert. Ein Nachteil hierbei ist, daß es bisher wenig konkrete Implementierungen gibt und sich die Definition von Facilities und Services für das Gesundheitswesen noch im Planungsstadium befinden.

Frage 2.4 Welche organisatorischen Aspekte sind bei der Integration mobiler Kleinstcomputer in ein Krankenhausinformationssystem zu berücksichtigen?

Neben der Bereitstellung von gut zugänglichen, zentral gelegenen, aber trotzdem sicheren Orten wie z.B. abschließbare Wandschränke für die Verwahrung der mobilen Kleinstcomputer müssen Vorkehrungen zu deren Wiederaufladung getroffen werden. Wird auf die Benutzung größerer Geräte (Notebooks) ausgewichen, so müssen zusätzlich geeignete Wägen für deren Benutzung verfügbar gemacht werden. Besonders wichtig sind intensive Schulungen des klinischen Personals, in denen die Benutzer nicht nur die Bedienung des Gerätes und der darauf installierten Funktionen lernen, sondern auch über Datenschutzaspekte aufgeklärt werden. Zusätzlich muß das Benutzen der mobilen Geräte im Patientenkontakt thematisiert werden. Herrschen zu große Bedenken müssen gemeinsam mit den Anwendern adäquate Arbeitsformen erarbeitet werden. Die Bereitstellung und Schulung eines Ausfallkonzeptes ist besonders wichtig, so daß z.B. in Nachtdiensten, wo wenige Kollegen zwecks Bedienung des Computers gefragt werden können, angstlos mit den modernen Technologien gearbeitet werden kann.

Frage 2.5 Wie lassen sich Datenschutz und Datensicherheit bei der Verwendung von mobilen Kleinstcomputern gewährleisten?

Grundsätzlich müssen die gleichen Datenschutz- und Datensicherheitsmaßnahmen getroffen werden, wie bei festinstallierten Anwendungssystemen. Aus Datensicherheitsgründen sind synchrone Kommunikationsschnittstellen zu empfehlen, da dann keine sensiblen, patientenbezogenen Daten auf mobilen Geräten gespeichert werden müssen. Bei der Auswahl eines Funknetzes muß auf dessen Abhörsicherheit geachtet werden. Diese wird bereits von den gängigen Funknetzen ermöglicht. Zwecks Datenschutz muß von seiten der Benutzer darauf geachtet werden, daß die mobilen Geräte nur in vertrauensvollen Umgebungen benutzt werden und nirgends unbeaufsichtigt liegen gelassen werden. Auch mit einem Mobiltelefon dürfen vertrauliche Telefonate nicht auf dem Flur erledigt werden.

Zusätzliche Anforderungen ergeben sich, wenn mit den mobilen Geräte von außerhalb des Krankenhauses auf patientenbezogene Daten zugegriffen werden können soll. Maßnahmen aus der Telemedizin können hier auf die Nutzung mobiler Geräte übertragen werden.

Kosten

Bisher wurden die Kosten, die durch die Integration mobiler Kleinstcomputer entstehen, nicht beachtet. Die Kosten für mobile Kleinstcomputer sind nur vertretbar, wenn sie außer zur Qualitätssicherung bei der Patientenversorgung, der Arbeitserleichterung, der schnelleren Kommunikation und einem angenehmeren Arbeitsklima auch zur Einsparung von festinstallierten Rechnersystemen bzw. Klinischen Arbeitsplatzsystemen führen oder Einsparungen von

Mitteln bewirken, die sonst für konventionelle Formulare ausgegeben werden müssen. Ansonsten stellen diese mobile Kleinstcomputer meines Erachtens primär einen teuren Luxus dar.

Die vergleichsweise geringen Kosten von eigentlich für den Massenmarkt bestimmten PDAs trägt, da diese für den professionellen Einsatz in einem Klinikum meist durch teure Spezial-Funknetzadapter ausgestattet werden müssen. Notebooks und Pen-computer sind im Vergleich zu ähnlich leistungsstarken fest zu installierenden Rechnersystemen teurer.

Ob der Mehrwert die u. U. erhöhten Kosten rechtfertigt, muß durch Pilotstudien in der klinischen Routine gezeigt werden. In [Lombardo et al. 1997] wird aufgezeigt, daß durch die Inbetriebnahme von auf Stationswägen installierten Notebooks die Anzahl benötigter Rechnersysteme reduziert werden konnte (vgl. Kapitel 2.5). Er geht jedoch davon aus, daß ansonsten in jedem Patientenzimmer ein Rechnersystem hätte installiert werden müssen.

Eignung des 3LGM

Das graphenbasierte Drei-Ebenen-Modell (3LGM) zum Beschreiben, Bewerten und Planen von Krankenhausinformationssystemen (vgl. [Winter, Haux 1995]) bietet die Möglichkeit, sowohl die Funktionalität eines Informationssystems als auch die zur Realisierung eingesetzten Werkzeuge und deren Zusammenspiel zu modellieren. Die Anwendung dieser Methode eignete sich, um viele Aspekte, die bei der Integration von mobilen Kleinstcomputern in heterogene Krankenhausinformationssysteme beachtet werden müssen, zu strukturieren. Da kein konkretes Krankenhausinformationssystem modelliert wurde, spielten die Integritätsbedingungen keine Rolle. Die Abbildung zwischen der Verfahrensebene und der Physischen Werkzeugebene war wichtig, um den Bezug zwischen den unterschiedlichen Gerätetypen und der möglichen Funktionalität darzustellen.

Die mobil zu realisierenden Verfahren wurden durch Literatur und die beiden Evaluationen gefunden, nicht durch die konkrete Modellierung von Arbeitsabläufen. Sie sollten daher als potentielle Kandidaten betrachtet werden. Im Rahmen von verfahrensspezifischen Projekten sollten die Arbeitsweisen jedoch genauer untersucht werden. Nur so kann im konkreten Fall festgestellt werden, ob die mobile Realisierung wirklich notwendig ist.

Die Überlegungen auf der Logischen Werkzeugebene zeigen, daß die Beschreibungsmittel des 3LGMs alleine nicht ausreichen, um Softwarearchitekturen zu beschreiben. Die Trennung zwischen Anwendungssystem und Funktion, sowie die Betrachtung der Kommunikationsschnittstellen bzw. Kommunikationsverbindungen, hat jedoch geholfen, die in [Werner 1996] nur grob unter hochgradig verteiltes Datenmanagement beschriebenen Aspekte der synchronen bzw. asynchronen Einbindung in ein Krankenhausinformationssystem, zu verstehen, einzuordnen und zu bewerten. Bei einer Weiterentwicklung des 3LGMs sollte darauf geachtet werden, daß Anwendungssysteme näher beschrieben werden können. Hierbei sollte nicht erneut deren Funktionalität modelliert werden. Dies ist bereits durch ihre Abbildung auf einzelne Verfahren erledigt. Es ist wichtiger darstellen zu können, aus welchen Komponenten bzw. Anwendungssoftwareprodukten ein Anwendungssystem besteht. Dies dürfte die praktische Anwendbarkeit des 3LGMs bei modernen komponentenbasierten Softwarearchitekturen erhöhen. Es sollte näher untersucht werden, ob es lohnt bei den Kommunikationsschnittstellen zwischen Intra-Applikations und Inter-Applikationsschnittstellen zu unterscheiden.

Diskussion der Methodik

Die Zielsetzung dieser Arbeit kann als erreicht betrachtet werden. Die Durchführung der beiden Evaluationen haben dazu viel beigetragen. Es hat sich bewährt, daß zwei unterschiedliche Ansätze zum Integrieren mobiler Funktionalität erprobt werden konnten. Bei der einen Studie wurde pragmatisch einfach das bereits auf festinstallierten Rechnersystemen verwendete Klinische Arbeitsplatzsystem auf einem Pen-Computer verfügbar gemacht. Bewußt in Kauf genommen wurde dabei, daß die Benutzungsoberflächen nicht für die mobile Nutzung optimiert waren und daß das Gerät für eine echte mobile Nutzung eigentlich zu unhandlich war. Bei der zweiten Studie wurden Funktionen zur interpersonellen Kommunikation in enger Verbindung mit informationsverarbeitenden Verfahren auf kleineren Gerä-

ten angeboten. Wesentliche Mängel bei diesem Prototypen lagen in der Handhabung zweier über Kabel verbundener Geräte und Antwortzeitproblemen. So können die Ergebnisse mangels guter Hardware verzerrt sein. Nur durch Ausprobieren beider Pole der möglichen Integration ist es möglich gewesen, alle Aspekte in dieser Arbeit so detailliert aufzuzeigen und die benötigte Mehr-Geräte-Architektur abzuleiten. Beide Studien zeigten, daß die klinischen Anwender großes Interesse haben, an der Gestaltung ihrer zukünftigen Arbeitsplätze aktiv mitzuwirken.

Beide Studien waren von explorativen Charakter und sind daher nicht vergleichbar mit der Evaluation eines echten Routineeinsatzes. Ihre Ergebnisse waren dennoch ausreichend, um diesen Leitfaden zu erstellen. Er dient primär der Einarbeitung in das Themengebiet, kann aber durch die bereitgestellten Übersichten auch bei konkreten Projekten helfen. Meiner Meinung nach sind nun die Einsatzpotentiale ausreichend erforscht. Es sollten praxistaugliche Umsetzungen erfolgen, deren Entwicklung bereits in frühen Phasen der Prototypentwicklung in Form von Pilotstudien durch die klinischen Endanwender mitbestimmt wird.

Die Anwendbarkeit des erarbeiteten Leitfadens konnte anhand des Realisierungsvorschlages für das Universitätsklinikum Heidelberg demonstriert werden. Wie in Kapitel 5.2 ausführlich erläutert, sind darin für den Routineeinsatz zunächst nur erweiterte Mobiltelefone zur Unterstützung der interpersonellen Kommunikation vorgesehen. Mangels bereits verfügbarer mobiler Komponenten für derzeit einzuführende Anwendungssysteme werden zu deren Entwicklung gemeinsame Projekte mit den Anwendungssystemherstellern vorgeschlagen.

Ausblick

Meines Erachtens ist die routinemäßige Integration mobiler Informationswerkzeuge innerhalb eines Krankenhauses erst dann effizient, wenn sich die mobilen Klinischen Arbeitsplatzsysteme von den festinstallierten Arbeitsplatzsystemen nur unwesentlich unterscheiden. Arbeiten auf beiden Gebieten müssen zusammenlaufen. Warum sollen die Anstrengungen zur Gestaltung optimierter, intuitiver Benutzungsoberflächen nicht auch der Gestaltung festinstallierter Klinischer Arbeitsplatzsysteme zu gute kommen? Auch wenn auf den mobilen Geräten primär eine Teilmenge der an den fest installierten Arbeitsplatzsystemen bereitgestellten Funktionen benötigt werden, so wäre es angenehm, wenn man in Ausnahmefällen doch alles mit dem mobilen Gerät erledigen kann.

Nur durch weitere Arbeiten auf diesem Gebiet und die tatsächliche Einführung mobiler Werkzeuge in die klinische Routine kann herausgefunden werden, ob sie sich aus ihrer ergänzenden Rolle in eine Hauptrolle bewegen und ob sich damit die rechnerbasierte Informationsverarbeitung wirklich besser in den klinischen Alltag integrieren läßt. Schon die Einführung erweiterter Mobiltelefone wird großen Einfluß auf die Arbeitsalltag haben. Weitere Arbeiten sollten auf jeden Fall in engster Zusammenarbeit mit den klinischen Endanwendern stattfinden.

Die innovativen Projekte mit mobilen Kleinstcomputern liegen in Bereichen wo der Patient selbst den mobilen Kleinstcomputer benutzt und in der Telemedizin.

7 Verzeichnisse

7.1 Abbildungen

Abbildung 2-1: Beispiel für die Bedienoberfläche von MEDIAS. Durch Drücken der Schaltflächen kann eine Funktion aktiviert werden.....	14
Abbildung 2-2: Beispiele für PDAs.....	17
Abbildung 2-3: Architektur eines Anwendungssystems, mit dem mobile Informationswerkzeuge in ein heterogenes Krankenhausinformationssystem integriert werden können	19
Abbildung 2-4: Ansicht eines zum Druck aufbereiteten Befundes auf einem Apple Newton	20
Abbildung 2-5: Ein Signal informiert den Benutzer des mobilen Informationsassistenten über das Eintreffen einer dringenden Nachricht.	20
Abbildung 3-1: Benutzungsoberfläche zur pen-basierten Diagnosendokumentation.	28
Abbildung 3-2: Benutzungsoberfläche zur pen-basierten Leistungsdokumentation.....	29
Abbildung 3-3: Beurteilung der Hardware während der 'Pen-Computer Studie'	30
Abbildung 3-4: Berufsgruppen der sachverständigen Testpersonen (n=30).....	34
Abbildung 3-5: Hardwarearchitektur.....	35
Abbildung 3-6: Erreichbarkeitsmanager: Einrichten der persönlichen Erreichbarkeit	35
Abbildung 3-7: Anforderungsformular für ein psychosomatisches Konsil.....	36
Abbildung 3-8: Patientenübersicht.	36
Abbildung 3-9: Technikinfrastruktur der Simulationsstudie. (entnommen aus [Bludau et al. 1998]).	37
Abbildung 3-10: Antwort auf die Frage: "Wie wichtig ist es Ihnen in Ihrem Arbeitsbereich, mobil telefonieren zu können?" (n=16)	39
Abbildung 3-11: Antwort auf die Frage "Wie wichtig ist es Ihnen, in Ihrem Arbeitsbereich mobil Daten verarbeiten zu können?" (n=16).....	41
Abbildung 3-12: Antworten zur Frage "Für wie sinnvoll halten Sie den mobilen Zugriff auf" (n=16)	42
Abbildung 3-13: Antworten zur Frage "In welchen Situationen halten Sie den mobilen Informationszugriff für sinnvoll?" (n=16 Ärzte).....	42
Abbildung 3-14: Antwort auf die Frage "Für wie sinnvoll halten Sie den/die mobile(n) ..." (n=7).	45
Abbildung 4-1: Übersicht zu den Kommunikationsschnittstellen zwischen auf mobilen Kleincomputern benötigten Funktionen und anderen Anwendungssystemen des Krankenhausinformationssystems... ..	74
Abbildung 4-2: Architekturen heterogener Krankenhausinformationssysteme.	78
Abbildung 4-3: Integration mobiler Funktionen über 'mobiles Gateway-System'.....	79
Abbildung 4-4: Anwendungsspezifische Erstellung mobiler Funktionen - "verlängerter Arm".	80
Abbildung 4-5: Integration unter Verwendung der Elektronischen Post.	82
Abbildung 4-6: Integration unter Verwendung eines Intranet WWW-Servers.	83
Abbildung 4-7: Verwendung der Intranet-Technologie in Verbindung mit HDML und http.	84
Abbildung 4-8: Neuartige virtuelle Tastatur: Zur Eingabe eines Wortes müssen nur die gewünschten Tasten abgefahren werden. Absetzen des Stiftes beendet das Wort.....	89
Abbildung 5-1: Logische Werkzeugebene des rechnerbasierten Teiles des Heidelberger Klinikumsinformationssystems - Sollkonzept bis zum Jahr 2002.	103

7.2 Tabellen

Tabelle 2-1: Integrationsaspekte.	10
Tabelle 2-2: Funktionale Anforderungen an Klinische Arbeitsplatzsysteme.	12
Tabelle 2-3: Eckdaten für mobile GSM- bzw. DECT- Telefone.	16
Tabelle 4-1: Anzahl mobiler Computer pro Station in der Pflege.....	55
Tabelle 4-2: Verfahren, deren Verfahrenszugänge mobil realisiert sein sollten.....	56
Tabelle 4-3: Verfahren, die auch mobil angeboten werden sollten, bewertet.	57
Tabelle 4-4: Beispielprofil - persönliches Gerät für Arzt im Stationsdienst.	58
Tabelle 4-5: Beispielprofil - Pflegepersonal auf Station, funktionsgebundenes Gerät.....	58
Tabelle 4-6: Beispielprofil - Krankengymnastin, funktionsgebunden.....	58
Tabelle 4-7: Anforderungen an mobil verfügbare Anwendungssysteme.....	71
Tabelle 4-8: ichtige Kriterien für stiftbasierte Benutzungsschnittstellen auf mobilen Kleinstcomputern.	72
Tabelle 4-9: Anforderungen an die Synchronisation zwischen Funktionen auf mobilen Kleinstcomputern und anderen Komponenten eines Krankenhausinformationssystems.....	73
Tabelle 4-10: Vor- und Nachteile asynchroner und synchroner Kommunikationsschnittstellen.....	76
Tabelle 4-11: Integrationsmöglichkeiten mobiler Funktionen.	78
Tabelle 4-12: Physische Auswahlkriterien für ein Mobiltelefon.....	86
Tabelle 4-13: Kriterien für die Auswahl mobiler Kleinstcomputer.....	89
Tabelle 4-14: Technische Merkmale unterschiedliche Funknetz, angepaßt nach [Dorner 1996].....	91
Tabelle 4-15: Vor- und Nachteile sowie Einsatzgebiete möglicher Datenübertragungsschnittstellen für die Einbindung mobiler Kleinstcomputer.....	92
Tabelle 4-16: Technische und Organisatorische Maßnahmen zur Umsetzung des Datenschutzes, nach § 9 BDSG...	93
Tabelle 4-17: Zusammenfassung "Mehr-Geräte-Architektur".	99
Tabelle 4-18: In Zusammenhang mit mobilen Informations- und Kommunikationswerkzeugen relevante Personengruppen und Situationen.....	100
Tabelle 5-1: Zunächst am Klinikum Heidelberg mobil zu realisierende Verfahren und die sie realisierenden Anwendungssysteme.....	105

7.3 Literatur

- Acuff R, Fagan L, Rindfleisch T, Levitt B, Ford P (1997): Lightweight, Mobile E-Mail for Intra-Clinic Communication. In: DR M (Hrsg), *The Emergence of 'Internetable' Health Care. Systems that Really Work. Proceedings 1997 AMIA Annual Fall Symposium*. Philadelphia: Hanley & Belfus, Inc., 729-33. <http://www-camis.stanford.edu/smi/projects>.
- Ammenwerth E, Buchauer A, Haux R (1998): Gestaltung mobiler Informations- und Kommunikationswerkzeuge - Ergebnisse einer Simulationsstudie. *International Journal of Bio-Medical Computing*, zur Veröffentlichung eingereicht.
- Apple Computer Inc. (1996): *Newton 2.0 User Interface Guidelines*. Massachusetts: Addison Wesley.
- Bakker A, Ehlers C, Bryant J, Hammond W (1992): *Hospital Information Systems: Scope-Design-Architecture*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Ball M, Silva J, Douglas J, Degoulet P, Kaihara S, Hrsg. (1994): *The Health Care Professional Workstation*. International Journal of Biomedical Computing (Special Issue).
- Barbará D, Imielinski T (1994): Sleepers and Workaholics: Caching Strategies in Mobile Environments. *ACM SIGMOD Record* 23(2), 1-8.
- Bauer M (1997): Intranet auf der Überholspur? Die Auswirkungen des neuen Plattform-unabhängigen Standards. *Computer Woche Extra*(2), 4-8.
- Baur H, Engelmann U, Saubier F, Schröter A, Meinzer H (1998): Ein Datenschutzkonzept für die Teleradiologie. *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie* 29(2), 117-128.
- Bethke K (1997): *Die digitale Signatur bei Dokumenten im Krankenhaus*, Bericht 2/1997, Institut für Medizinische Informatik und Biometrie, Heidelberg.
- Beyer D (1998): Designer-Sprache: Praktisches Arbeiten mit HTML 4. *c't magazin für computer technik*(8/98), 208-212.
- Blobel B, Holena M (1997): Comparing middleware concepts for advanced healthcare system architectures. *Int J Med Inf* 46(2), 69-85.
- Bludau H, Buchauer A, Roßnagel A, Schneider M (1998): Ziele, Konzeption und Verlauf der Simulationsstudie in Heidelberg. In: Müller G, Stapf K (Hrsg), *Merhseitige Sicherheit - Band 2*. Bonn u.a: Addison Wesley.
- Brodie M, Ceri S (1992): On Intelligent and Cooperative information systems: a workshop summary. *International Journal of Intelligent and Cooperative Information Systems* 1(2), 249-289.
- Bryant JR (1992): Towards a HIS Reference Structure. In: Bakker A, Ehlers C, Bryant J, Hammond W (Hrsg), *Hospital Information Systems: Scope-Design-Architecture*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 125-132.
- Buchauer A, Pohl U (1997): *Studienprotokoll und Ergebnisse der Evaluation der Einsetzbarkeit eines pc-basierten mobilen Pen-Computers im Rahmen des Forschungsprojektes "Kooperatives Problemlösen"*, Institut für Medizinische Informatik und Biometrie, Abteilung Medizinische Informatik, Heidelberg.

- Buchauer A, Pohl U, Kurzel N, Haux R (1998): Mobilizing a Health Professional's Workstation - Results of an Evaluation Study. *International Journal of Bio-Medical Computing*, zur Veröffentlichung eingereicht.
- Buchauer A, Werner R, Haux R (1998): Cooperative Problem Solving with Personal Mobile Information Tools in Hospitals. *Methods of Information in Medicine* **37**, 8-15.
- Büssing A, Barkhausen M, Glaser J (1996): *Die Analyse von Schnittstellen im Krankenhaus am Beispiel von Kooperation und Kommunikation.*, Lehrstuhl für Psychologie, Technische Universität, München.
- Cadenza (1998): *CommonTime Cadenza*, CommonTime Ltd, Derby, UK. 1998. <http://www.commontime.com>.
- Cimino J, Socratous S, Clayton P (1995): Internet as Clinical Information System: Application Development using the World Wide Web. *Journal of the American Medical Informatics Association* **2**(5), 5273-284.
- Clayer JR, McFarlane AC, Wright G (1992): Epidemiology by computer. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* **27**(6), 258-62.
- Crawford D (1994): Intelligent Agents - Special Issue. *Communications of the ACM* **37**(7), 18-147.
- Damker H, Fedderrath H, Reichenbach M, Bertsch A (1997): Persönliches Erreichbarkeitsmanagement. In: Müller G, Pfitzmann A (Hrsg), *Mehrseitige Sicherheit in der Kommunikationstechnik*. Bonn u.a.: Addison-Wesley, 207-217.
- Degoulet P, Jean F, Safran C (1996): Multimedia Workstations: Electronic Assistants for Health Care Professionals. In: Bommel Jv, McCray A (Hrsg), *Yearbook of Medical Informatics 1996 - Integration of Information for Patient Care*. Stuttgart: Schattauer Verlag, 65-75.
- Digel W, Kwiathowski G (1987): *Meyers Großes Taschenlexikon*. Mannheim u.a: BI-Taschenbuchverlag.
- Dorner E (1996): Drahtloses ATM -- Ein Überblick. In: Krüger G, Dresler S (Hrsg), *Forschungs- und Arbeitsgebiete des Instituts für Telematik*. Karlsruhe: Universität Karlsruhe. <http://www.telematik.informatik.uni-karlsruhe.de/forschung/klung96/node5.html>.
- Dudzic P, Kassler A, Lupper A, Schöttner M, Schulthess P (1997). *Medizinische Multimedia-Applikationen und Telemedizin basierend auf drahtlosem ATM*. Informatik 1997, Aachen. <http://www.tik.ee.ethz.ch/~wand>.
- Dujat C, Haux R, Schmücker P, Winter A (1995): Digital Optical Archiving of Medical Records in Hospital Information Systems - A Practical Approach Towards the Computer-based Patient Record? *Methods of Information in Medicine* **34**, 489-97.
- Dunham MH, Helal A (1995): Mobile Computing and Databases: Anything New? *SIGMOD Record* **24**(4), 5-9.
- Ehlers C (1994): Aufgaben und Bedeutung eines Krankenhaus-Informationssystems. *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie* **25**(2), 106-114.
- Ehlers C, Schillings H, Pietrzyk P (1992): HIS and Integration. In: Bakker A, Ehlers C, Bryant J, Hammond W (Hrsg), *Hospital Information Systems: Scope-Design-Architecture*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 49-56.
- Ellinger K, Luiz T, Obenauer P (1997): Optimierte Einsatzdokumentation im Notarztdienst mit Hilfe von Pen-Computern - erste Ergebnisse. *Notfallmed Schmerzther* **32**(8), 488-95.

- Elmagarmid A, Jing J, Furukawa T (1995): Wireless Client/Server Computing for Personal Information Services and Applications. *SIGMOD Record* **24**(4), 16-21.
- Emmerson AM, Enstone JE, Griffin M, Kelsey MC, Smyth ET (1996): The Second National Prevalence Survey of infection in hospitals-overview of the results. *J Hosp Infect* **32**(3), 175-90.
- Fedderath H, Jerichow A, Kesdogan D, Pfitzmann A (1995): Security in Public Mobile Communication Networks. In: (Hrsg), *Proceedings of the IFIP TC 6 International Workshop on Personal Wireless Communications*. Aachen: Verlag der Augustinus Buchhandlung, 105-116.
- Fedderath H, Pfitzmann A (1997): Bausteine Mehrseitiger Sicherheit. In: Müller G, Pfitzmann A (Hrsg), *Mehrseitige Sicherheit in der Kommunikationstechnik*. Bonn u.a.: Addison-Wesley, 83-104.
- Fishman S, Prince J, Herman J, Cassem N (1996): Pocket-sized electronic clinical referencing. *M.D. Computing* **13**(4), 310-313.
- Glück E, Kurzel N, Daum K, Bludau H, Pohl U, Lanz J, Haux R (1996): Diagnosenerfassung im ambulanten und stationären Klinikbereich - Erfahrungen mit der ICD-9 und ICD-10. In: Baur M, Fimmer R, Blettner M (Hrsg), *Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie, GMDS '96*. München: MMV Verlag, 86-90.
- GMDS AG KAS (1996): *Checkliste für Klinische Arbeitsplatzsysteme - Bericht der GMDS-AG "Klinische Arbeitsplatzsysteme"*. http://www.med.uni-muenchen.de/gmds/kas/checkliste_kas/index.html.
- Grant A, Delisle E, Champagne S (1996): Evaluation of the Newton Pen-Pad as a Tool for Collecting Clinical Research Data at the Bed-side. In: JJ C (Hrsg), *Beyond the Superhighway: Exploiting the Internet with Medical Informatics. Proceedings 1996 AMIA Fall Symposium*. Philadelphia: Hanley & Belfus, Inc., 738-741.
- Greenes R, Deibel S (1996): Constructing Workstation Applications: Component Integration Strategies for a Changing Health-Care System. In: Bommel Jv, McCray A (Hrsg), *Yearbook of Medical Informatics 1996 - Integration of Information for Patient Care*. Stuttgart: Schattauer Verlag, 76-86.
- Greenes RA (1993): Technology transfer in medical information systems. The potential for "groupware" and its implications. *Int J Technol Assess Health Care* **9**(3), 324-34.
- Greenes RA, Collen M, Shannon RH (1994): Functional requirements as an integral part of the design and development process: summary and recommendations. *International Journal of Bio-Medical Computing*(34), 59-76.
- Grimm R (1997): Sicherheit für offene Kommunikationsnetze. In: Müller G, Pfitzmann A (Hrsg), *Mehrseitige Sicherheit in der Kommunikationstechnik*. Bonn u.a.: Addison-Wesley, 105-132.
- Grothe W (1997): *Übermittlung von HL7-Nachrichten mittels des Kommunikationsservers Heiko3 im Universitätsklinikum Heidelberg*, Institut für Med. Informatik und Biometrie, Bereich Klinische Informationsverarbeitung, Heidelberg.
- Grothe W (1998): *Programmierhandbuch Heiko3-Klient*, Bereich Klinische Informationsverarbeitung, Heidelberg.
- Halpern NA, Burnett G, Morgan S, Miller P, Greenstein R (1995): Remote communication from a mobile terminal: an adjunct for a computerized intensive care unit order management system. *Crit Care Med* **23**(12), 2054-7.
- Hammer J, Strain J, Friedberg A, Fulo G (1995): Operationalizing a Bedside Pen-Entry Notebook Clinical Database System in Consultation-Liaison Psychiatry. *General Hospital Psychiatry* **17**, 165-172.

- Harrell C (1998): Mit Mobilfunk Handys auch im OP erreichbar. *das krankenhaus*(1), 38-39.
- Haux R (1997): *Informationsverarbeitung im Klinikum der Universität Heidelberg: Rahmenkonzept für das Heidelberger Klinikuminformationssystem 1997-2002*, Klinikum der Universität Heidelberg, Heidelberg.
- Haux R, Grothe W, Runkel M, Schackert HK, Windeler HJ, Winter A, Wirtz R, Herfarth C, Kunze S (1996): Knowledge Retrieval as one kind of Knowledge-Based Decision Support in Medicine: Results of an Evaluation Study. *International Journal of Bio-Medical Computing* **41**, 69-85.
- Haux R, Lagemann A, Knaup P, Schmücker P, Winter A (1998): *Management von Informationssystemen*. Stuttgart: Teubner-Verlag.
- Huang Y, Sistla P, Wolfson O (1994): Data Replication for Mobile Computers. *SIGMOD* **94**(5), 23-29.
- Hunt DL, Haynes RB, Hayward RS, Pim MA, Horsman J (1997): Automated direct-from-patient information collection for evidence-based diabetes care. In: DR M (Hrsg), *The Emergence of 'Internetable' Health Care. Systems that Really Work. Proceedings 1997 AMIA Annual Fall Symposium*. Philadelphia: Hanley& Belfus, Inc., 81-5.
- Ilium-Software (1998): *Inscribe*, Ilium Software. <http://www.iliumsoft.com/inscribe.htm>.
- Imielinski T, Badrinath B (1993): Data Management for Mobile Computing. *ACM SIGMOD Record* **22**(1), 34-38.
- Irnich W, Tobisch R (1998): Mobilfunk im Krankenhaus. *medizintechnik* **118**(4), 127-132.
- Isele C (1991): *Medizinische Informationsverarbeitung im Krankenhaus mit Hilfe von integrierten klinischen Arbeitsplatzsystemen*, Bericht 2/1991, Abteilung Medizinische Informatik, Universität Heidelberg, Heidelberg.
- Jeromin G (1996): *Elektronische Verträglichkeit von Geräten*. Mainz: Bundesanzeiger Verlag.
- Jostes C, Paczkowski J, Schröder J (1995): Integration im Krankenhaus - Offene Kommunikation mit dem standardisierten Anwendungsprotokoll HL7. *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie* **26**(1), 47-55.
- Kassler A (1996): Den Takt setzt ATM. *mc* **1**(9), 15-20.
- Knaup P, Budig B, Haux R, Schnur A (1998): Bewertung des Nutzens der rechnerunterstützten Essensanforderung im Universitätsklinikum Heidelberg. *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie* **29** (3-4), 201-208.
- Knuutila J, Hämäläinen J, Sipilä T (1997): *High Speed Data in DECT/GSM Dualmode Terminals*, nokia club. 1998. http://www.club.nokia.com/mobile_office/library/dmtd.htm.
- Kruys J (1996): *The Magic WAND Reort on Interference Effects of Magic WAND devices on sensitive medical equipment*, Bericht 2D1, ACTS-Projekt, AT&T, <http://www.tik.ee.ethz.ch/~wand>.
- Kurzel N (1997): *MEDIAS/WIN Organisationshandbuch*, Institut für Medizinische Informatik und Biometrie, Heidelberg.
- Labkoff S, Sandeep S, Bormel J, YongJoon L, Greenes R (1995). *The Constellation Project: Experience and Evaluation of Personal Digital Assistants in the Clinical Environment*. Proceedings of the 19th Annual Sympo-

- sium on Computer Applications in Medical Care (SCAMC), New Orleans, LA. Nov, 94, Philadelphia: Hanley & Belfus. <http://dsg.harvard.edu>.
- Labkoff S, Sandeep S, YongJoon L, Greenes R (1994). *The Constellation Project: Access to Medical Reference Information Using Personal Digital Assistants*. 18th Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care, Philadelphia, Hanley & Belfus Inc.
- Ladenburger Kolleg (1996): *Ladenburger Kolleg "Sicherheit in der Kommunikationstechnik"*. 1998. <http://www.iig.uni-freiburg.de/dbskolleg/stiftung/>.
- Lagemann A (1996): *Integration des Verfahrens Pflegedokumentation in ein Klinisches Arbeitsplatzsystem*, Bericht 3/1996, Abteilung Medizinische Informatik, Universität Heidelberg, Heidelberg.
- Lagemann A, Grothe W, Haux R, Pilz J, Sawinski R, Werner R, Winter A (1994): Konzept und Realisierung eines Medizinischen Arbeitsplatzsystems. In: Pöpl S, Lipinski H, MAnsky T (Hrsg), *Medizinische Informatik: ein integrierender Teil arztunterstützender Technologien*. München: MMV Verlag, 120-123.
- Lanza V (1996): Automatic record keeping in anaesthesia-a nine-year Italian experience. *Int J Clin Monit Comput* **13**(1), 35-43.
- Leiner F, Gaus W, Haux R (1995): *Medizinische Dokumentation*. Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Lewis T (1998): Information Appliances: Gadget Netopia. *IEEE*(January 1998), 59 - 68.
- Lombardo JS, McCarty M, Wojcik RA (1997): An evaluation of mobile computing for information access at the point of care. *Biomed Instrum Technol* **31**(5), 465-75. http://www.jhuapl.edu/med/mobile_computing/Intro.html.
- Ludwigshafen K (1996): Intermec-Funklösung mit SAP-Anbindung in der Apotheke des Klinikums Ludwigshafen. *das krankenhaus*(10/96), 539f.
- LUSI (1996): *Human Factors Guidelines for Designers of Telecommunication Services for Non-expert Users*. Loughborough UK: HUSAT Research Institute for the LUSI Consortium. <http://www.ibspan.waw.pl/rice/wise/english/rd/3fw/RACE2/projects/2092.html>, <http://info.lboro.ac.uk/research/husat/index.html>.
- Maass E (1994): Therapiebegleittheft für Patienten der pädiatrischen Onkologie. *Klin Padiatr* **206**(4), 313-4.
- Marschner JP, Thurmann P, Harder S, Rietbrock N (1994): Drug utilization review on a surgical intensive care unit. *Int J Clin Pharmacol Ther* **32**(9), 447-51.
- Martin J (1989): *Information Engineering - Book II: Planning & Analysis*. London, Sydney, Toronto: Prentice Hall.
- Mikulsky D (1996): München - Patientenversorgung à la carte durch mobile Datenerfassung. *das krankenhaus* **88**, 313-315.
- Minnick A, Pischke-Winn K, Sterck M (1994): Introducing a two-way wireless communication system. *Nursing Management* **25**(7), 42-47.
- Müller G, Pfitzmann A, Hrsg. (1997): *Mehrseitige Sicherheit in der Kommunikationstechnik - Band 1*. Bonn u.a.: Addison-Wesley.

- Müller G, Stapf KH, Hrsg. (1998): *Mehrseitige Sicherheit in der Kommunikationstechnik - Band 2: Mensch - Akzeptanz - Nutzbarkeit*. Bonn: Addison Wesley.
- Noble B, Satyanarayanan M (1995): A Research Status Report on Adaption for Mobile Data Access. *SIGMOD Record* **24**(4), 10-15.
- Ohr C (1996): *Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für elektronische Krankenakten*, Diplomarbeit, FH Heilbronn/Universität Heidelberg, Studiengang Medizinische Informatik.
- Patil R, Silva JS, WR S (1994): An architecture for a health care provider's workstation. *International Journal of Bio-Medical Computing* **34**(1-4), 285-299.
- Planungsgruppe-Medizin (1998): *Ausschreibung für eine neue Telekommunikationsanlage*, Universitätsklinikum Heidelberg.
- Pohl U, Buchauer A, Kurzel N, Haux R (1997): Evaluation der Einsetzbarkeit eines PC-basierten mobilen Pen-Computer. In: Muche R, Büchele G, Harder D, Gaus W (Hrsg), *Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie - GMDS '97*. München: MMV Medizin Verlag, 29-33.
- Pommerening K (1991): *Datenschutz und Datensicherheit*. Mannheim, Wien, Zürich: BI-Wissenschaftsverlag.
- Poohn AD, Fagan LM (1994): PEN-Ivory: The Design and Evaluation of a Pen-Based Computer System for Structured Data Entry. In: (Hrsg), *Proceedings of the 18th Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care*. Philadelphia: Hanley & Belfus Inc., 447-451.
- Pordesch U (1998): *Simulationsstudie - Statistische Auswertung der Fragebögen*, Bericht 273, provet e.V., Darmstadt.
- Pordesch U, Schneider M (1997): *Konzept der Technikinstallation für die Simulationsstudie*, Bericht 258, provet e.V., Darmstadt.
- Pordesch U, Schneider M (1998): Sicherheitsmanagement. In: Roßnagel A, Herzog W (Hrsg), *Simulationsstudie*. Darmstadt: vieweg, im Druck.
- Pretschner D (1996): *Medizinische Dokumentation, Hildesheimer Informatikberichte*, 7/96., Hildesheim.
- Prophet C (1995): On-Line Documentation of Patient Care Orders. In: RM G (Hrsg), *Toward Cost-Effective Clinical Computing. Proceedings 1995 AMIA Annual Fall Symposium*. Philadelphia: Hanley & Belfus, Inc., 464-468.
- Pschichholz H (1997): *Der Erreichbarkeitsmanager im Gesundheitswesen: Konfiguration im Klinikalltag von Pflegekräften und Ärzten*, Diplomarbeit, Uni Heidelberg /FH Heilbronn, Studiengang Medizinische Informatik.
- Ranneberg K, Pfitzmann A, Müller G (1997): Sicherheit, insbesondere mehrseitige IT-Sicherheit. In: Müller G, Pfitzmann A (Hrsg), *Mehrseitige Sicherheit in der Kommunikationstechnik*. Bonn u.a.: Addison-Wesley, 21-29.
- Reichert M, Kuhn K, Dadam P (1996): Prozeßorientierung und -automatisierung in klinischen Anwendungsumgebungen. In: Baur M, Fimmers R, Blettner M (Hrsg), *Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie, GMDS '96*. München: MMV Verlag, 219-223.
- Rink J (1998): Dicke Zwerge - PDAs mit Windows CE im Vergleich. *c't magazin für Computer Technik*(8/98), 124-133.

- Romisch M (1996): *Entwurf eines Anwendungssystems zur Führung einer elektronischen Krankenakte auf Basis eines Groupwareproduktes*, Diplomarbeit, FH Heilbronn/ Uni Heidelberg, Studiengang Medizinische Informatik.
- Roßnagel A (1998): Simulationsstudien als Methode zur Technikgestaltung. In: Müller G, Stapf K (Hrsg), *Merhseitige Sicherheit - Band 2*. Bonn u.a: Addison Wesley.
- Roßnagel A, Bizer J, Hammer V (1994): *Die Simulationsstudie Rechtspflege - Eine neue Methode zur Technikgestaltung für Telekooperation*. Berlin: edition sigma.
- Roßnagel A, Herzog W (1998): *Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen*. Darmstadt: Vieweg Verlag.
- Safran C (1994): Defining clinical 'workstation'. *International Journal of Bio-Medical Computing* **34**(1-4), 261-265.
- Sanz MF, Gomez EJ, Trueba I, Cano P, Arredondo MT, del Pozo F (1993): A pen-based system to support pre-operative data collection within an anaesthesia department. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care*, 321-5.
- Satyanarayan M (1996): Mobile Information Access. *IEEE Personal Communications* **3**(1). <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/coda/Web/coda.html>.
- Sawinski R, Hampl J, Werner R, Winkler R, Winter A, Haux R, Kunze S (1993): OP-Register und Arztbriefschreibung mit MDVS. *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie* **24**, 81-86.
- Scherer J, C R, F B, Berthoud M, Lovis C (1994): Medical office automation integrated into the distributed architecture of a hospital information system. *Methods of Information in Medicine* **33**, 174-179.
- Schmücker P, Ohr C, Bess A, Bludau B, Haux R, Reinhard O (1998): Die elektronische Patientenakte - Ziele, Strukturen, Präsentation und Integration -. *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie* **29**(3-4), 221-241.
- Schneider M, Pordesch U (1997): *Untersuchungskonzept zur SIMulationsstudie*, Bericht 259, provet e.V., Darmstadt.
- Shortliffe E, Perrault L, Wiederhold G, Fagan L (1990): *Medical Informatics: Computer Applications in Health Care*. Menlo Park: Addison-Wesley.
- Silva J, Ball M (1994): Next Generation - Health Professional Workstations (Review Paper). In: van Bommel J, McCray A (Hrsg), *Yearbook of Medical Informatics 94*. Stuttgart: Schattauer, 78-84.
- Spurck P, ML Mohr, Seroke A, Soner M (1995): The impact of a wireless telecommunication system on time efficiency. *Journal of Nursing Administration* **25**(6), 21-26.
- Strain J, Felciano M, Seiver A, Acuff R, Fagan L (1996): Optimizing Physician Access to Surgical Intensive Care Unit Laboratory Information through Mobile Computing. In: (Hrsg), *Beyond the Superhighway: Exploiting the Internet with Medical Informatics. Proceedings 1996 AMIA Fall Symposium*. Philadelphia: Hanley & Belfus, Inc., 812-816. <http://www-camis.stanford.edu/smi/projects>.
- Symbol Technologies Inc (1998): *Kommunikationssystem für Spectrum 24 Funknetze - Produktinformation*, Symbol Technologies Inc, <http://www.symbol.com>.

- Taubert G (1998): *Psychosoziale Technikfolgen mobiler Telekommunikationsgeräte im Krankenhaus. Eine explorative Studie an der Beschäftigtengruppe der Ärzte/innen*, Diplomarbeit, Universität Heidelberg, Studiengang Psychologie.
- Ungerer B (1996): Draht ab - Wenn das Kabel nicht reicht: sechs Funk-LANs im Test. *c't - Magazin für Computer & technik*(1/1996), 252-258.
- Unwired Planet Inc. (1997): *Proposal for a Handheld Device Markup Language*, Unwired Planet Inc., <http://www.uplanet.com>.
- Urban M, Dörre F, Edelmann-Noack A, Hinz M (1998): Plegedokumentation mit mobilen DV-Systemen - Chancen und Risiken. *Pflegemanagement* 6(1), 36-38.
- van Bommel JH (1994): A model for the assessment of medical workstations for health care support. *International Journal of Bio-Medical Computing* 34, 115-121.
- van der Velde E, Heijman J, de Boer P (1997): *Development and Implementation of a Ward Information System using a wireless pen-based computer.*, Universitätskrankenhaus Groningen NL.
- van Mulligan E, Timmers T (1996): Trends in Integrated Clinical Workstations. In: Bommel Jv, McCray A (Hrsg), *Yearbook of Medical Informatics 1996 - Integration of Information for Patient Care*. Stuttgart: Schattauer Verlag, 101-107.
- van Mulligen E, Timmers T, Brand J, Cornet R, van der Heuvel F, Kalshoven M, van Bommel J (1994): HERMES: a health care workstation integration architecture. *International Journal of Bio-Medical Computing* 34(1-4), 267-275.
- Verband der Privatärztliche Verrechnungsstellen (1996): *Die Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ)*. Eigenverlag.
- Walke B, Decker P (1993): Mobile Datenkommunikation - Eine Übersicht. *Informationstechnik und Technische Informatik* 35(5/93), 12-25.
- Wanner H (1995): *Das Notepad gehört heute zum Inventar des Krankenwagens*. Computer Zeitung; 26.
- Werner R (1992): *Konzept, Entwurf und Realisierung eines merkmaldiktionär-basierten Werkzeugkastens zur Standardisierung von medizinischen Dokumenten.*, Diplomarbeit, Universität Heidelberg / FH Heilbronn, Studiengang Medizinische Informatik.
- Werner R (1996): *Personenbezogene Informationsverarbeitung im Krankenhaus mit mobilen Informationswerkzeugen*, Dissertation, University of Heidelberg, Department of Medical Informatics.
- Werner R, Haux R, Leiner F, Winter A (1995): An integrated approach for mobile information processing in hospitals. In: (Hrsg), *MEDINFO 1995, Proceedings of the 8th World Congress on Medical Informatics*. Amsterdam: North Holland, 395-399.
- Williams P (1997): *Usable und Useful Descision Aids in Clinical Care - Issues Concerning User Need Driven Mobile Access to Online Medical knowledge Sources*, Diplomarbeit, Heidelberg, Studiengang Medizinische Informatik.
- Winter A (1993): Standardisierte Kommunikation auf Anwendungssystemebene: Eine notwendige Voraussetzung für die systematische Informationsverarbeitung in einem Krankenhaus. In: Michaelis J, Hommel G, Weller S

- (Hrsg), *Europäische Perspektiven in der Medizinischen Informatik, Biometrie und Epidemiologie*. München: MMV Medizin Verlag, 388-392.
- Winter A (1994): *Beschreibung, Bewertung und Planung heterogener Krankenhausinformationssysteme*, Bericht 7/1994, Abteilung Medizinische Informatik, Universität Heidelberg, Heidelberg.
- Winter A, Haux R (1995): A Three-Level Graph-Based Model for the Management of Hospital Information Systems. *Methods of Information in Medicine* **34**, 378-96.
- Winter A, Lagemann A, Budig B, Haux R, Pilz J, Sawinski R, Schmücker P (1996): Health Professional Workstations and their Integration in a Hospital Information System: The pragmatic approach MEDIAS. *Comp Meth Progr Biomed* **51**, 193-209.
- Wright Strategies I (1997): *The Formlogic Application Development Tool - Programmers Guide*. La Jolla, Wright Strategies, Inc. <http://www.wrightstrat.com>.
- Wünnemann J, Gielen R, Spitzer K (1996): Modellierung eines medizinischen Arbeitsplatzsystems. In: Baur M, Fimmers R, Blettner M (Hrsg), *Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie, GMDS '96*. München: MMV Verlag, 29-33.
- Wyse (1997): *Thin Clients, Windows Terminals, NCs. What's the Difference?*, WyseTechnology Inc. [HTTP://www.pair.de/partner/wyse/site/terminal/paper.htm](http://www.pair.de/partner/wyse/site/terminal/paper.htm).
- Yousfi F, Beuscart R, Geib J (1995): PLACO: a Cooperative Architecture for Managing Workflow in CCU. In: (Hrsg), *Toward Cost-Effective Clinical Computing. Proceedings 1995 AMIA Annual Fall Symposium*. Philadelphia: Hanley& Belfus, Inc., 454-458.

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei allen Personen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Besonderer Dank gilt Prof. Dr. Reinhold Haux, der nicht nur die Betreuung und Erstbegutachtung übernahm, sondern mir auch während meines Erziehungsurlaubs ermöglichte, die Ressourcen des Instituts für Medizinische Biometrie und Informatik zu nutzen und in wissenschaftlichem Kontakt zu bleiben.

Großer Dank gilt Elske Ammenwerth, die das Projekt Kooperatives Problemlösen in meinem Sinne weiterführte und mich insbesondere bei der Auswertung der Simulationsstudie immer wieder in fruchtbare Diskussionen verwickelte.

Den beiden Ärzten Dr. med. Matteo Mario Bonsanto und Dr. med. Hans-Bernd Bludau möchte ich für die inspirierenden und motivierenden Gespräche danken. Ohne diese und die dadurch mögliche Einsicht in die klinische Routine wären viele Überlegungen nicht zu Stande gekommen.

Großer Dank gilt außerdem allen, die zum Gelingen der beiden Studien beigetragen haben. Persönlich erwähnen möchte ich die Fa. Richard Müller GmbH, die Geräte für die Pen-Computer Studie zur Verfügung stellte, sowie Ulrike Pohl, Norbert Kurzel, Perry Williams und Katja Bethke, die mich bei der Vorbereitung und Durchführung der Studie tatkräftig unterstützten. Dank einer glücklichen Fügung wurde ich in die Simulationsstudie und somit in das Ladenburger Kolleg "Sicherheit in der Kommunikationstechnik" involviert. Für aufschlußreiche Diskussionen und die Sensibilisierung hinsichtlich der Sicherheitsaspekte bedanke ich mich bei allen "Kollegianern", vor allem bei Michael Schneider und Ulrich Pordesch.

Für die kritische Durchsicht der Arbeit und viele Anregungen, die die Krankenpflege betreffen, bedanke ich mich bei Frank Sodeik.

Mein spezieller Dank gilt meinem Mann Norbert Kurzel. Er ertrug nicht nur meine Launen, sondern unterstützte mich sowohl durch konstruktive Kritik und fachliche Diskussionen, als auch bei der Betreuung unserer Tochter.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meiner Mutter Ursula Buchauer für die "Donnerstage" sowie bei meiner Tochter Pia für ihre überwiegend guten Schlafgewohnheiten bedanken.