

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-------------|
| Inhaltsverzeichnis | VII |
| Abbildungen | XIII |
| Tabellen | XVII |
| Quellcode-Beispiele | XIX |
| Abkürzungen | XXI |
| | |
| 1 Einführung | 1 |
| 1.1 Ausgangsüberlegung und Motivation..... | 1 |
| 1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise..... | 3 |
| 1.3 Wissenschaftstheoretische Einordnung..... | 4 |
| 1.4 Aufbau der Arbeit..... | 7 |
| | |
| 2 Grundlagen | 11 |
| 2.1 Informations- und Wissensrepräsentation..... | 11 |
| 2.1.1 Ordnungssysteme..... | 13 |
| 2.1.1.1 Internationale Klassifikation der Krankheiten (ICD)..... | 14 |
| 2.1.1.2 Systematisierte Nomenklatur der Medizin (SNOMED)..... | 16 |
| 2.1.1.3 Unified Medical Language System (UMLS)..... | 17 |
| 2.1.2 Ontologien und Kontexte..... | 19 |
| 2.1.2.1 Das Konzept <i>Ontologie</i> | 19 |
| 2.1.2.2 Ontologien am Beispiel der Medizin..... | 20 |
| 2.1.2.3 Das Konzept <i>Kontext</i> | 23 |
| 2.1.2.4 Kontexte am Beispiel der Medizin..... | 26 |
| 2.1.2.5 Kontextmanager als Adapter zwischen verschiedenen Kontexten..... | 29 |
| 2.1.2.6 Die Verbindung von Kontext und Ontologie..... | 31 |
| 2.1.3 Modellierung und Explikation von Ontologien..... | 32 |
| 2.1.3.1 XML und XML Schema..... | 33 |
| 2.1.3.2 RDF und RDF-S..... | 34 |
| 2.1.3.3 DAML+OIL und OWL..... | 36 |
| 2.1.3.4 Weitere Ansätze und Zusammenfassung..... | 36 |
| 2.1.4 Verarbeitung von Kontexten..... | 38 |
| 2.1.4.1 Kontexte und Metadaten..... | 39 |
| 2.1.4.2 Kontexte im Ubiquitous Computing..... | 40 |
| 2.1.4.3 Aktuelle, zeitpunktbezogene Kontextinformationen..... | 40 |
| 2.1.4.4 Historische, zeitraumbezogene Kontextinformationen..... | 41 |
| 2.1.4.5 Ansätze zur Explikation von Kontext..... | 41 |
| 2.1.4.6 Nutzung von Kontext..... | 43 |
| 2.1.4.7 Nutzung von Kontext in der Medizin..... | 44 |
| 2.2 Gemeinsames Material, Kontext und Dokumente..... | 45 |
| 2.2.1 Kooperation und gemeinsames Material..... | 45 |
| 2.2.2 Nutzung von Kontext für gemeinsames Material..... | 49 |
| 2.2.3 Dokumente und digitale Dokumente..... | 52 |
| 2.2.3.1 Dokument..... | 52 |
| 2.2.3.2 Digitales Dokument..... | 54 |
| 2.2.3.3 Digitale Dokumente und Informationssysteme..... | 56 |
| 2.2.3.4 Digitale Dokumente als gemeinsames Material..... | 57 |
| 2.2.4 Materialzentrierter Ansatz der Telekooperation..... | 57 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3 | Aktive Dokumente und Telekooperationsumgebungen..... | 59 |
| 3.1 | Konzepte und Ansätze für Aktive Dokumente | 59 |
| 3.1.1 | Entwurfsmetaphern und Werkzeug-Automat-Material-Ansatz | 61 |
| 3.1.2 | Objekte und Objektorientierung | 61 |
| 3.1.3 | Komponenten..... | 63 |
| 3.1.4 | Mobiler Code und mobile Objekte | 64 |
| 3.1.5 | Agenten und mobile Agenten | 67 |
| 3.1.6 | Service-orientierte Architekturen..... | 70 |
| 3.1.7 | Verteilte Komponenten und Frameworks | 70 |
| 3.2 | Spezifikation und Abgrenzung für Aktive Dokumente | 72 |
| 3.2.1 | Kernanforderungen an Aktive Dokumente..... | 72 |
| 3.2.1.1 | Interne Datenrepräsentation | 74 |
| 3.2.1.2 | Aktive Komponenten | 75 |
| 3.2.1.3 | Kommunikation mit der Umgebung und Kontextsensitivität..... | 76 |
| 3.2.1.4 | Prozessunterstützung und Migration | 77 |
| 3.2.1.5 | Anforderungen an die Umgebung..... | 79 |
| 3.3 | Telekooperationsumgebungen für Aktive Dokumente | 79 |
| 3.3.1 | Telekooperationsumgebungen | 80 |
| 3.3.2 | Elemente einer Telekooperationsumgebung für Aktive Dokumente..... | 81 |
| 3.3.2.1 | Verarbeitung der internen Datenrepräsentation | 83 |
| 3.3.2.2 | Ausführungsumgebung für Aktive Komponenten | 83 |
| 3.3.2.3 | Benutzeradapter, Kommunikation mit der Umgebung und Kontextsensitivität | 84 |
| 3.3.2.4 | Prozessunterstützung und Migration..... | 85 |
| 3.4 | Beispielszenarien für die Unterstützung durch Aktive Dokumente..... | 86 |
| 3.4.1 | Szenario I – Flexible Datenrepräsentation, Datenpräsentation und Übersetzungsdienste..... | 86 |
| 3.4.2 | Szenario II – Aktive Komponenten | 87 |
| 3.4.3 | Szenario III – Nutzung von Kontextinformationen | 88 |
| 3.4.4 | Szenario IV – Migration und Prozessunterstützung | 89 |
| 3.5 | Weitere Unterstützungsmöglichkeiten | 89 |
| 4 | Grundlagen der elektronischen Patientenakte | 91 |
| 4.1 | Informationstechnologie im Gesundheitswesen..... | 91 |
| 4.2 | Grundlagen einer elektronischen Patientenakte | 92 |
| 4.2.1 | Dokumentation und elektronische Patientenakte..... | 93 |
| 4.2.1.1 | Grundlagen der medizinischen Dokumentation | 93 |
| 4.2.1.2 | Papierbasierte Patientenakte..... | 95 |
| 4.2.1.3 | Unzulänglichkeiten der papierbasierten Patientenakte..... | 97 |
| 4.2.1.4 | Elektronische Patientenakte | 97 |
| 4.2.1.5 | Wesentliche Eigenschaften einer elektronischen Patientenakte..... | 98 |
| 4.2.1.6 | Anforderungen an die elektronischen Patientenakte | 100 |
| 4.2.1.7 | Gegenüberstellung von konventioneller und elektronischer Patientenakte..... | 101 |
| 4.2.1.8 | Stand der Entwicklung und Entwicklungsstufen | 102 |
| 4.2.2 | Die sektorübergreifende elektronischen Patientenakte | 103 |
| 4.2.2.1 | Akteure im Gesundheitswesen | 103 |
| 4.2.2.2 | Technische Rahmenbedingungen..... | 104 |
| 4.2.2.3 | Rechtliche Rahmenbedingungen..... | 105 |
| 4.2.2.4 | Organisatorische Rahmenbedingungen..... | 107 |
| 4.2.2.5 | Ökonomische Rahmenbedingungen..... | 107 |
| 4.2.2.6 | Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen..... | 108 |
| 4.2.3 | Betriebswirtschaftliche Nutzenbetrachtung | 109 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4.2.4 | Das Integrationsprojekt „Gesundheitskarte“ als Vorstufe einer elektronischen Patientenakte..... | 111 |
| 4.2.5 | Beurteilung und Ausblick | 112 |
| 4.3 | Die elektronische Patientenakte im stationären Bereich | 114 |
| 4.3.1 | Elektronische Patientenakte innerhalb eines Krankenhausinformationssystems..... | 114 |
| 4.3.1.1 | Verwendung eines zentralen Systems | 116 |
| 4.3.1.2 | Verwendung von dezentralen Systemen | 116 |
| 4.3.1.3 | Die Integration von Chipkarten..... | 118 |
| 4.3.2 | Unterstützung von Kooperationsprozessen..... | 118 |
| 4.3.2.1 | Patient und Patientenakte im Kern der Kooperation | 120 |
| 4.3.2.2 | Patientenakte als gemeinsames Material | 120 |
| 4.3.2.3 | Abgeleitete Anforderungen und Fragen | 121 |
| 5 | Fallstudien und Analyse..... | 123 |
| 5.1 | Auswahl und Ziele der Fallstudien | 123 |
| 5.2 | Analyserahmen und Methodik | 124 |
| 5.2.1 | Needs Driven Approach, Fallstudien und materialorientierter Ansatz | 124 |
| 5.2.2 | Behandlungsprozesse als Strukturierungshilfe | 126 |
| 5.2.3 | Aspekte der Szenarien I-IV in der Praxis | 127 |
| 5.3 | Fallstudie 1: Privatklinik – Gesamtprozess..... | 128 |
| 5.3.1 | Patientenaufnahme..... | 130 |
| 5.3.2 | Diagnostik..... | 132 |
| 5.3.3 | Behandlung | 135 |
| 5.3.4 | Verwaltung | 137 |
| 5.3.5 | Zusammenfassung | 139 |
| 5.4 | Fallstudie 2: Grosse Klinik – Teilprozess | 142 |
| 5.4.1 | Leitstelle | 144 |
| 5.4.2 | Untersuchung..... | 146 |
| 5.4.2.1 | Terminabsprache | 147 |
| 5.4.2.2 | Schädel- und Wirbelsäulen-Computertomographie | 147 |
| 5.4.2.3 | Kernspintomographie..... | 150 |
| 5.4.2.4 | Angiographie..... | 151 |
| 5.4.3 | Schreibpool | 153 |
| 5.4.4 | Zusammenfassung | 155 |
| 5.5 | Analyse | 157 |
| 5.5.1 | Folgerungen aus der Betrachtung der Domäne..... | 157 |
| 5.5.2 | Folgerungen aus den Fallstudien | 158 |
| 5.5.2.1 | Gemeinsames Material..... | 158 |
| 5.5.2.2 | Diskussion der Szenarien I-IV | 161 |
| 5.6 | Aufgabenstellungen für die Realisation der Konzeptpotentiale..... | 164 |
| 5.6.1 | Szenario I – Flexible Datenrepräsentation, Datenpräsentation und Übersetzungsdienste | 164 |
| 5.6.1.1 | Flexibilität der Datenstruktur | 165 |
| 5.6.1.2 | Aufbereitung für unterschiedliche Zielgruppen/Nutzerpräferenzen | 165 |
| 5.6.1.3 | Unterstützung unterschiedlicher Datenformate..... | 166 |
| 5.6.1.4 | Unterstützung unterschiedlicher Sprachen/Terminologien | 167 |
| 5.6.1.5 | Unterstützung von Zugriffsebenen, Steuerung von Informationszugängen und Verschlüsselung/Signatur von Datenobjekten | 168 |
| 5.6.1.6 | Änderungshistorie | 169 |
| 5.6.1.7 | Speicherung von Informationen Aktiver Komponenten | 170 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 5.6.2 | Szenario II – Aktive Komponenten | 170 |
| 5.6.2.1 | Bereitstellung unterschiedlicher Werkzeuge für die Benutzergruppen..... | 170 |
| 5.6.2.2 | Aktive Kommunikation mit dem Benutzer und anderen Komponenten | 171 |
| 5.6.2.3 | Dynamisierung der Einbindung Aktiver Komponenten..... | 172 |
| 5.6.3 | Szenario III – Kommunikation mit der Umgebung und Nutzung von Kontextinformationen..... | 173 |
| 5.6.3.1 | Aktive Auswertung von Kontextparametern..... | 173 |
| 5.6.3.2 | Kontextbezogene Anpassung der Benutzeroberfläche..... | 173 |
| 5.6.3.3 | Beibehaltung einer Analogie zur Papierwelt..... | 174 |
| 5.6.4 | Szenario IV – Migration und Prozessunterstützung | 175 |
| 5.6.4.1 | Unterstützung von Prozessmustern | 175 |
| 5.6.4.2 | Ad-Hoc Workflow-Unterstützung | 176 |
| 5.6.4.3 | Vorausschauende/nachschauende Unterstützung bei Prozessschritten und Migration in andere Umgebungen..... | 176 |
| 6 | Architekturvorschlag für ein Gesamtsystem Aktiver Dokumente in einer Telekooperationsumgebung..... | 179 |
| 6.1 | Aktive Dokumente und Aktive Komponenten..... | 179 |
| 6.2 | Vorschlag einer verteilten, serviceorientierten Gesamtarchitektur | 183 |
| 6.2.1 | Gesamtarchitektur..... | 183 |
| 6.2.2 | Host-Umgebungen..... | 185 |
| 6.2.2.1 | Host-Umgebungen mit Benutzerschnittstelle..... | 186 |
| 6.2.2.2 | Host-Umgebungen mit virtualisierter Benutzerschnittstelle | 187 |
| 6.2.2.3 | Host-Umgebungen ohne Benutzerschnittstelle | 187 |
| 6.2.3 | Dokument und Dokumentenformat | 187 |
| 6.2.4 | Aktive Komponenten..... | 190 |
| 6.2.4.1 | Beschreibung..... | 190 |
| 6.2.4.2 | Arten von Aktiven Komponenten..... | 191 |
| 6.2.4.3 | Integration Aktiver Komponenten mit einem Aktiven Dokument..... | 192 |
| 6.2.4.4 | Lebenszyklus und Umgebungsdienste | 195 |
| 6.2.4.5 | Migration, Signatur und PKI..... | 196 |
| 6.2.5 | Kontextverarbeitung | 197 |
| 6.2.6 | Zentrale und dezentrale Dienste..... | 198 |
| 6.2.6.1 | Beispiel eines zentralen Dienstes: Naming-Services | 199 |
| 6.2.6.2 | Beispiel eines verteilten Dienstes: Umwandlung von Formaten..... | 199 |
| 6.3 | Basistechnologien und Frameworks | 200 |
| 6.3.1 | Aspekte der Technologieauswahl | 200 |
| 6.3.1.1 | Auswahlkriterien..... | 200 |
| 6.3.1.2 | Fokussierung auf Java- und XML-basierte Technologien | 201 |
| 6.3.2 | Middleware..... | 201 |
| 6.3.2.1 | Verteilte Tupel | 202 |
| 6.3.2.2 | Nachrichtenorientierte Middleware..... | 203 |
| 6.3.2.3 | RPC und RMI..... | 203 |
| 6.3.2.4 | CORBA | 203 |
| 6.3.2.5 | Serviceorientierte Architekturen und Servicebus..... | 204 |
| 6.3.3 | Mehrschichtige Anwendungen und Container-Architekturen | 205 |
| 6.3.3.1 | J2EE und Java EE | 206 |
| 6.3.3.2 | OSGi Framework | 207 |
| 6.3.3.2.1 | Knopflerfish..... | 208 |
| 6.3.3.2.2 | Oscar und Felix..... | 209 |
| 6.3.3.2.3 | Eclipse Equinox und Eclipse 3.x | 209 |
| 6.3.3.3 | Fazit..... | 210 |

| | |
|--|------------|
| 6.3.4 Backend-Komponenten | 210 |
| 6.3.4.1 Relationale Datenbanken..... | 210 |
| 6.3.4.2 Objekt-Relationen-Mapping (O/R-Mapping) | 211 |
| 6.3.4.3 Objektorientierte Datenbanken | 211 |
| 6.3.4.4 XML-Datenbanken | 211 |
| 6.3.4.5 Speicherorientierte Datenbanken und Persistenzlayer | 212 |
| 6.3.4.6 Fazit..... | 212 |
| 6.3.5 Frontend-Komponenten..... | 212 |
| 6.3.5.1 Thin Clients..... | 213 |
| 6.3.5.1.1 Java Server Pages..... | 213 |
| 6.3.5.1.2 Struts und Java Server Faces..... | 213 |
| 6.3.5.1.3 Javascript und Ajax..... | 214 |
| 6.3.5.1.4 Applets..... | 214 |
| 6.3.5.2 Rich Clients..... | 214 |
| 6.3.5.2.1 AWT/Swing..... | 214 |
| 6.3.5.2.2 SWT und JFace..... | 215 |
| 6.3.5.2.3 Eclipse und Eclipse Rich Client Platform (RCP)..... | 215 |
| 6.3.5.2.4 Java Web Start und WebRCP | 216 |
| 6.3.5.3 Fazit..... | 216 |
| 6.3.6 XML-Technologien | 217 |
| 6.3.6.1 XML Bearbeitung | 217 |
| 6.3.6.2 RDF, RDF-S und OWL | 217 |
| 6.3.6.3 Web Services..... | 218 |
| 6.3.6.4 Sicherheit | 218 |
| 6.3.6.5 Fazit..... | 219 |
| 6.4 Technologieauswahl..... | 219 |
| 6.4.1 Gesamtarchitektur..... | 219 |
| 6.4.2 Host-Umgebung..... | 219 |
| 6.4.3 Dokument und Dokumentenformat | 220 |
| 6.4.4 Aktive Komponenten..... | 220 |
| 6.4.5 Kontextverarbeitung | 221 |
| 6.4.6 Zentrale und dezentrale Dienste..... | 221 |
| 7 Prototypische Umsetzung des Gesamtsystems..... | 223 |
| 7.1 Technische Gesamtarchitektur | 223 |
| 7.1.1 Technische Architektur der Umgebung..... | 223 |
| 7.1.2 Technische Architektur des Host-Systems | 225 |
| 7.2 Einzelaspekte | 226 |
| 7.2.1 Benutzerschnittstelle..... | 226 |
| 7.2.2 Jini, JavaSpaces und Web Services | 226 |
| 7.2.3 Deployment und Start der Umgebung | 228 |
| 7.3 Beispielhafte Implementierung der Szenarien | 229 |
| 7.3.1 Szenario I – Flexible Datenrepräsentation, Datenpräsentation und Übersetzungsdienste | 230 |
| 7.3.1.1 Flexibilität der Datenstruktur | 230 |
| 7.3.1.2 Aufbereitung für unterschiedliche Zielgruppen/Nutzerpräferenzen | 235 |
| 7.3.1.3 Unterstützung unterschiedlicher Datenformate..... | 237 |
| 7.3.1.4 Unterstützung unterschiedlicher Sprachen/Terminologien | 240 |
| 7.3.1.5 Unterstützung von Zugriffsebenen. Steuerung von Informationszugängen und Verschlüsselung/Signatur von Datenobjekten | 242 |
| 7.3.1.6 Änderungshistorie | 244 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 7.3.1.7 | Speicherung von Informationen Aktiver Komponenten | 245 |
| 7.3.2 | Szenario II – Aktive Komponenten | 246 |
| 7.3.2.1 | Bereitstellung unterschiedlicher Werkzeuge für die Benutzergruppen | 248 |
| 7.3.2.2 | Aktive Kommunikation mit dem Benutzer und anderen Komponenten | 249 |
| 7.3.2.3 | Dynamisierung der Einbindung Aktiver Komponenten..... | 250 |
| 7.3.3 | Szenario III – Kommunikation mit der Umgebung und Nutzung von Kontextinformationen..... | 252 |
| 7.3.3.1 | Aktive Auswertung von Kontextparametern..... | 253 |
| 7.3.3.2 | Kontextbezogene Anpassung der Benutzeroberfläche..... | 254 |
| 7.3.3.3 | Beibehaltung einer Analogie zur Papierwelt..... | 255 |
| 7.3.4 | Szenario IV – Migration und Prozessunterstützung | 256 |
| 7.3.4.1 | Unterstützung von Prozessmustern | 256 |
| 7.3.4.2 | Ad-Hoc Workflow-Unterstützung | 257 |
| 7.3.4.3 | Vorausschauende/nachschauende Unterstützung bei Prozessschritten und Migration in andere Umgebungen..... | 258 |
| 7.4 | Erfahrungen, Nutzenpotentiale und Grenzen..... | 258 |
| 7.4.1 | Erfahrungen aus dem Prototyping-Prozess..... | 259 |
| 7.4.1.1 | Historie der Prototypen | 259 |
| 7.4.1.2 | Komplexität der Plattform, Stabilität, Performanz und Erweiterbarkeit | 261 |
| 7.4.1.3 | Benutzerschnittstellen | 263 |
| 7.4.1.4 | Alternative Nutzung etablierter Technologien | 263 |
| 7.4.2 | Nutzenpotentiale | 264 |
| 7.4.2.1 | Allgemein..... | 264 |
| 7.4.2.2 | Technikspezifisch..... | 265 |
| 7.4.3 | Technische Herausforderungen und Grenzen..... | 265 |
| 8 | Zusammenfassung, Fazit und Ausblick..... | 267 |
| 8.1 | Beantwortung der Forschungsfragen | 267 |
| 8.1.1 | Aktive Dokumente für die Unterstützung kooperativer Arbeit | 267 |
| 8.1.2 | Aktive Dokumente für kooperativen Aufgabenstellungen in der Medizin..... | 268 |
| 8.1.3 | Ergebnisse der Architekturkonzeption und der prototypischen Realisierung..... | 268 |
| 8.2 | Weitere Ergebnisse | 269 |
| 8.2.1 | Nutzung von Kontext..... | 269 |
| 8.2.2 | Eignung einer flexiblen Architektur für das Gesundheitswesen..... | 270 |
| 8.2.3 | Ausschöpfung des Potentials im Gesundheitswesen | 270 |
| 8.3 | Fazit..... | 270 |
| 8.4 | Ausblick | 271 |
| | Literaturverzeichnis..... | 273 |
| | Anhang | 291 |