

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Fakultät für Informatik

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I17)

Univ.-Prof. Dr. Helmut Krcmar

**Modulare Software-Architektur für Mehrwertanwendungen  
der deutschen Gesundheitstelematik**

Sebastian Dünnebeil

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Informatik der  
Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.) genehmigten Dissertation

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Florian Matthes

Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. Helmut Krcmar

2. Univ.-Prof. Dr. Jan Marco Leimeister,

Universität Kassel

Die Dissertation wurde am 13.11.2012 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät für Informatik  
am 05.07.2013 angenommen.

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist während meiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I17) der Technischen Universität München entstanden. An dieser Stelle möchte ich den vielen Beteiligten danken, die diese Zeit für mich prägten und die einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen dieser Dissertation geleistet haben.

Besonderer Dank gebührt meinem Doktorvater Prof. Dr. Helmut Krcmar für die Betreuung dieser Arbeit sowie die außerordentlichen Möglichkeiten und Freiheiten, die er mir während meiner Promotion einräumte. Durch seine kritischen Anmerkungen und den persönlichen intellektuellen Diskurs leistete er einen unverzichtbaren Beitrag zum Entstehen dieser Arbeit. Prof. Dr. Jan Marco Leimeister danke ich für die Tätigkeit als Zweitgutachter und die Betreuung in seiner Forschungsgruppe. Durch tiefgreifende Diskussionen fand ich in ihm einen verlässlichen und kritischen Ansprechpartner für die Beantwortung der wichtigen Fragen, die sich in der Entstehungsgeschichte dieser Arbeit auftraten. Prof. Dr. Florian Matthes danke ich für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Einen großen Beitrag leistete das gesamte Team des e-Health Clusters. Besonders verbunden bin ich Prof. Dr. Ali Sunyaev und Dr. Christian Mauro, die mich als Bürokollegen in die wissenschaftliche Arbeit und das Thema e-Health eingeführt und mich am Lehrstuhl immer tatkräftig unterstützten.

Dr. med. Siegfried Jedamzik und Thomas Opper möchte ich hier stellvertretend für das Praxisnetz GO IN e.V. danken, ohne deren Unterstützung eine Umsetzung meiner Ideen nicht möglich gewesen wäre. Sie haben mir die Tür zum Forschungsfeld geöffnet, mir zu vielen wertvollen Gesprächen und Kontakte verholfen und mir stets ein kreatives und inspirierendes Umfeld geboten. Außerordentlicher Dank gebührt zudem Anke Doleschal. Ihre inspirierende Motivation und viele Denkanstöße und Gespräche haben diese Arbeit geprägt.

Auch den über 20 Studierenden, die ich während meiner Zeit am Lehrstuhl im Rahmen ihrer Abschlussarbeiten betreuen durfte, bin ich zu Dank verpflichtet. Viele der Ideen und Ergebnisse, die in enger Zusammenarbeit ausgearbeitet worden sind, konnten in diese Arbeit einfließen. Meine wissenschaftlichen Hilfskräfte bin ich zu besonderem Dank verpflichtet. Speziell das Engagement und die Unterstützung von Alexander Kaletsch und Tobias Bär, die wertvolle Unterstützung bei der Umsetzung der Prototypen leisteten, hat zur Tiefe und Breite der Dissertation beigetragen.

Meinem Vater Ulrich Dünnebeil, Prof. Dr. Ali Sunyaev, Dr. Ivo Blohm, Wolfgang Palka und Oscar Müller danke ich zudem für das kritische Gegenlesen von Teilen dieser Arbeit. Dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit danke ich für die finanzielle Förderung dieses Forschungsvorhabens.

Aber auch meinen Kollegen und Freunden, die ich während der Zeit am Lehrstuhl gewonnen habe, möchte ich hier danken. Sie sorgten für viel Spaß bei der Arbeit und dafür, dass ich stets sehr gerne Zeit am Lehrstuhl verbrachte. Ali Sunyaev, Ivo Blohm, Marlen Jurisch, Markus Böhm, Sebastian Esch, Wolfgang Palka, Christian Mauro, Felix Köbler, Philip Koene, Stefan Hörmann, Manuel Wiesche, Julia Manner und Jens Fähling danke ich für die vielen Ideen,

kritischen Diskussionen, interessante Arbeitstage und viele inspirierende Veranstaltungen und Konferenzreisen.

Ein ganz besonderer Dank gilt Konstanze Berlinger, die mit viel Geduld, vor allem in den letzten Wochen, immer hinter mir stand und mich unterstützt hat.

Last but not least möchte ich meiner Familie für alles danken. Sie haben meine Ausbildung ermöglicht, mir kritisches Denkvermögen gelehrt, standen in all meinen Entscheidungen hinter mir und waren immer für mich da. Ihnen widme ich diese Arbeit.

München, im August 2013

Sebastian Dünnebeil

## Zusammenfassung

Die deutsche Gesundheitstelematik stellt Funktionen zur Verfügung, um verteilte medizinische Informationssysteme einheitlich und sicher zu vernetzen. Als Nutzer der Gesundheitstelematik, bei der die elektronische Gesundheitskarte (eGK) nur eine Teilkomponente ist, wurden in bisherigen Betrachtungen hauptsächlich die Systeme in Krankenhäusern, Arztpraxen und Apotheken betrachtet. Die dortige Systemlandschaft besteht jedoch aus einer Vielzahl proprietärer Standardsysteme, die nicht an spezielle Anforderungen angepasst werden können. Ärztenetze, Krankenhäuser und Krankenkassen streben vermehrt eine flexible Anwendungsentwicklung an, die unabhängig von den Bestandssystemen, Leistungserbringer fallspezifisch miteinander vernetzen kann, z.B. um regionale Behandlungsprozesse umzusetzen.

Mehrwertanwendungen (MWA) können ohne die genannte Limitationen auf der Infrastruktur der Gesundheitstelematik bereitgestellt werden, um Innovationen, Patientenorientierung, Qualitäts- und Effizienzsteigerungen im deutschen Gesundheitswesen zu ermöglichen. Entwickler von MWA haben die Möglichkeit, Funktionen der staatlich spezifizierten Gesundheitstelematik in beliebigem Umfang einzubinden, etwa einheitliche Sicherheitsstandards, Interoperabilität und universellen Zugriff zu gewährleisten.

Die vorliegende Dissertation entwickelt in einem gestaltungsorientierten Ansatz eine modulare Referenzarchitektur für MWA der Gesundheitstelematik. Um die Akzeptanz der Nutzer zu garantieren, werden die Anforderungen an die Software-Architektur direkt im Umfeld eines großen Ärzteverbundes erhoben. Aus Behandlungsprozessen leiten sich standardisierte Funktionen medizinischer Abläufe ab, die in Architekturschichten abstrahiert werden. Die Referenzarchitektur wird anhand dreier MWA illustriert und verifiziert: Elektronisches Termin- und Überweisungsmanagement, Verordnungsmanagement von Medizinischen Hilfsmitteln und Telemonitoring von chronischer Herzkrankheit.

Die Architekturinstanzen realisieren strukturierte Anwendungen mit übergreifenden Sicherheitsstandards, Interoperabilität zwischen den Primärsystemen der Prozessteilnehmer und übergreifenden Steuerungsmöglichkeiten durch einen Ärzteverbund. Die vorgeschlagene Referenzarchitektur bietet erstmalig für das deutsche Gesundheitswesen die Möglichkeit, eine Vielzahl von MWA systematisch, sicher und zuverlässig zu spezifizieren, zu entwickeln und über die Gesundheitstelematik Leistungserbringern und Patienten zur Verfügung zu stellen.

### Stichworte

Gesundheitskarte, Telematikinfrastruktur, Mehrwertanwendungen, Mehrwertdienste, Referenzarchitektur, Gesundheitswesen, Serviceorientierte-Architektur

# **Modular Architecture of Added-Value Applications for German Healthcare Telematics**

## **Abstract**

The emerging German healthcare telematics infrastructure will offer a set of e-health services that can be integrated in distributed applications to achieve common security standards, ubiquitous access and interoperability in healthcare. However, the German ambulatory care system currently shows a highly fragmented environment of legacy systems, mostly based on proprietary technology. Therefore, IT support of integrated treatment processes, adapted to case specific requirements, is hard to achieve, as multiple legacy system need to be integrated for this purpose. The dissertation suggests an architecture that bridges the gap between different legacy systems by proposing a modular reference architecture for value adding applications in the German healthcare, designed to fulfill the requirements of integrated care delivery. It encapsulates seven layers of typical non-functional requirements in German healthcare, derived from caregivers' requirements in the field. The architecture covers the aspects legacy of system integration, interoperability, authorization, process control, communication control and security. The article explains how the model has been constructed and evaluated in several research cycles and presents three exemplary applications of the reference model in detail using the cases of an appointment management application, a marketplace for assistive technology and a telemonitoring application for patients with chronic heart failure. The resulting applications allow structured treatment processes with comprehensive security standards and quality control on physician network layer.

## **Keywords**

Electronic Health Card, Healthcare Telematics, Value-added Applications, Value-added Services, Software Architecture, Service-oriented Architecture

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>II</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>IV</b>
<b>Modular Architecture of Added-Value Applications for German Healthcare Telematics</b> .....	<b>V</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>XII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>XV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>XVI</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Motivation und Relevanz</b> .....	<b>1</b>
1.1.1 Medizinische Motivation.....	6
1.1.2 Ökonomische Motivation .....	7
1.1.3 Technische Motivation .....	8
<b>1.2 Ziele und Ergebnistypen der Dissertation</b> .....	<b>9</b>
1.2.1 Anforderungs- und Prozessartefakte .....	10
1.2.2 Architekturartefakt .....	10
1.2.3 Implementierungsartefakte .....	10
<b>1.3 Forschungsmethode</b> .....	<b>11</b>
1.3.1 Forschungsdesign der Dissertation.....	12
1.3.2 Forschungsfragen .....	13
1.3.3 Aufbau der Arbeit.....	14
<b>2 Betrachtung des deutschen Gesundheitswesens</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1 Struktur des Gesundheitswesens</b> .....	<b>16</b>
2.1.1 Der Erste Gesundheitsmarkt.....	18
2.1.1.1 <i>Ambulante Behandlungen</i> .....	19
2.1.1.2 <i>Krankenhausbehandlungen</i> .....	21
2.1.1.3 <i>Arzneimittel</i> .....	22
2.1.1.4 <i>Hilfsmittel</i> .....	22
2.1.1.5 <i>Heilmittel</i> .....	23
2.1.1.6 <i>Fahrtkosten</i> .....	23
2.1.2 Der Zweite Gesundheitsmarkt.....	23
<b>2.2 Institutionsübergreifende Prozesse im deutschen Gesundheitswesen</b> .....	<b>24</b>
2.2.1 Kommunikation zwischen Patienten und Ärzten .....	26
2.2.2 Arzt – Arzt-Kommunikation .....	26
2.2.2.1 Facharztüberweisung.....	27
2.2.2.2 Verordnung von Krankenhausbehandlung.....	27
2.2.3 Arzt – Gesundheitsdienstleister-Kommunikation .....	27
2.2.3.1 Arzneimittelverordnung .....	28

2.2.3.2	Verordnung von Hilfsmitteln .....	28
2.2.4	Integrierte Versorgung .....	28
<b>2.3</b>	<b>Das Praxisnetz GO IN .....</b>	<b>29</b>
2.3.1	Integrierte Versorgung im Praxisnetz GO IN.....	30
2.3.2	Ziele des Praxisnetzes GO IN .....	31
<b>2.4</b>	<b>Informationslogistische Probleme in der Gesundheitsversorgung.....</b>	<b>32</b>
2.4.1	Probleme papierbasierter Dokumentation .....	32
2.4.2	Fehler in der Medizin .....	33
2.4.3	Sicherheitsproblematik.....	34
<b>2.5</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>34</b>
<b>3</b>	<b>Informationssysteme im Gesundheitswesen .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Arztinformationssysteme.....</b>	<b>35</b>
3.1.1	Interoperabilitätsprobleme von Arztinformationssystemen .....	39
3.1.2	Finanzierungsprobleme .....	40
<b>3.2</b>	<b>Standards im deutschen Gesundheitswesen .....</b>	<b>43</b>
3.2.1	Web Services und Web Standards .....	43
3.2.2	Extended Markup Language .....	44
3.2.3	Simple Object Access Protocol .....	44
3.2.4	Web Service Description Language .....	44
3.2.5	Medizinische Terminologien.....	45
3.2.5.1	Logical Observation Identifiers Names and Codes .....	45
3.2.5.2	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten.....	45
3.2.5.3	Pharmacy-Product-Number.....	46
3.2.6	Medizinische Dokumente.....	46
3.2.6.1	Behandlungsdatentransfer .....	47
3.2.6.2	Health Level 7 .....	47
3.2.6.3	Clinical Document Architecture.....	48
<b>3.3</b>	<b>Die Telematikinfrastruktur.....</b>	<b>49</b>
3.3.1	Grundlegende Definitionen .....	49
3.3.2	Architektur der deutschen Gesundheitstelematik.....	51
3.3.3	Die elektronische Gesundheitskarte .....	53
3.3.4	Primärsysteme .....	54
3.3.5	Konnektoren .....	54
3.3.6	Broker.....	54
3.3.7	Dienste der Gesundheitstelematik .....	55
3.3.8	Elektronische Patientenakte (Zentraler Ansatz).....	56
3.3.9	Elektronischer Arztbrief (Dezentraler Ansatz) .....	58
<b>3.4</b>	<b>Telematikbasierte Mehrwertdienste und ihr Anwendungen .....</b>	<b>61</b>
3.4.1	Mehrwertanwendungen der eGK .....	62
3.4.2	Mehrwertfachdienste der eGK .....	64
3.4.3	Nutzer von MWA der eGK .....	64

<b>3.5</b>	<b>Probleme der Gesundheitstelematik.....</b>	<b>66</b>
3.5.1	Probleme bei der Bereitstellung von MWA .....	66
3.5.2	Akzeptanzprobleme der TI.....	68
3.5.3	Abbildung der Akzeptanz im Testgebiet.....	71
3.5.3.1	Einflussfaktoren für die Akzeptanz.....	71
3.5.3.2	Gegner und Befürworter von Telematikdiensten .....	74
3.5.4	Sicherheits- und Datenschutzprobleme .....	77
<b>3.6</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>79</b>
<b>4</b>	<b>Anforderungsanalyse .....</b>	<b>81</b>
<b>4.1</b>	<b>Zielsetzung .....</b>	<b>81</b>
<b>4.2</b>	<b>Methode.....</b>	<b>82</b>
<b>4.3</b>	<b>Übergreifende Anforderungen.....</b>	<b>84</b>
4.3.1	Organisatorische Anforderungen .....	84
4.3.2	Rechtliche Anforderungen .....	86
4.3.3	Sicherheitsanforderungen.....	90
4.3.4	Ökonomische Anforderungen .....	91
4.3.4.1	Effizienzsteigerung.....	92
4.3.4.2	Skaleneffekte .....	93
4.3.4.3	Wertschöpfungsnetzwerke .....	94
4.3.5	Katalog übergreifender Anforderungen .....	94
<b>4.4</b>	<b>Funktionale Anforderungen.....</b>	<b>96</b>
4.4.1	Elektronische Überweisung.....	96
4.4.1.1	Motivation .....	96
4.4.1.2	Versorgungsprozess .....	97
4.4.1.3	Anforderungskatalog.....	98
4.4.1.4	Anwendungsfälle.....	101
4.4.1.5	Datenmodell der elektronischen Überweisung .....	103
4.4.2	Hilfsmittelverordnung .....	107
4.4.2.1	Motivation .....	108
4.4.2.2	Referenzprozess .....	110
4.4.2.3	Anwendungsfälle.....	111
4.4.2.4	Geschäftsmodell .....	114
4.4.2.5	Anforderungskatalog.....	115
4.4.2.6	Datenmodell .....	117
4.4.3	Telemonitoring .....	118
4.4.3.1	Motivation .....	119
4.4.3.2	Referenzprozess .....	120
4.4.3.3	Anwendungsfälle.....	121
4.4.3.4	Geschäftsmodell - Telemonitoring.....	123
4.4.3.5	Anforderungskatalog.....	125
4.4.3.6	Datenmodell .....	127
<b>4.5</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>127</b>
<b>5</b>	<b>Architektur für Mehrwertanwendungen .....</b>	<b>129</b>

---

<b>5.1</b>	<b>Software Architekturen .....</b>	<b>129</b>
<b>5.2</b>	<b>Architekturstile.....</b>	<b>130</b>
5.2.1	Schichtenbasierter Architekturstil .....	131
5.2.2	Serviceorientierter Architekturstil.....	131
<b>5.3</b>	<b>Software Architekturen in der Medizininformatik.....</b>	<b>132</b>
<b>5.4</b>	<b>E-Health Referenzarchitektur .....</b>	<b>134</b>
<b>5.5</b>	<b>Komponenten von Mehrwertanwendungen .....</b>	<b>134</b>
5.5.1	Mehrwertkomponente für Leistungserbringer .....	135
5.5.2	Mehrwertkomponente zur Behandlungsunterstützung.....	135
5.5.3	Mehrwertkomponente für Patienten.....	135
5.5.4	Kommunikationsbeziehungen der Mehrwertkomponenten .....	136
5.5.5	Adapterschicht.....	139
5.5.6	Applikationsschicht.....	140
5.5.7	Interoperabilitätsschicht .....	141
5.5.8	Autorisierungsschicht.....	144
5.5.9	Steuerungsschicht .....	145
5.5.10	Vermittlungsschicht .....	146
5.5.11	Sicherungsschicht.....	147
<b>5.6</b>	<b>MWA – Service Ecosystem.....</b>	<b>149</b>
5.6.1	Telematikdienste .....	150
5.6.2	Lokale Dienste.....	151
5.6.3	MIS Adapterdienste.....	151
5.6.4	Netzdienste .....	151
<b>5.7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>152</b>
<b>6</b>	<b>Konzeption und Implementierung.....</b>	<b>153</b>
<b>6.1</b>	<b>Methode.....</b>	<b>153</b>
6.1.1	Modellierung und Implementierung.....	153
6.1.2	Evaluierung .....	153
<b>6.2</b>	<b>Technische Infrastruktur .....</b>	<b>154</b>
6.2.1	Primärsysteme .....	155
6.2.1.1	AIS - DocConcept .....	156
6.2.1.2	AIS – Doc.Star .....	156
6.2.1.3	Patientenprimärsysteme .....	157
6.2.2	Komponenten der TI .....	158
6.2.3	Komponenten des Praxisnetzes .....	159
<b>6.3</b>	<b>Elektronisches Überweisungs- und Terminmanagement.....</b>	<b>160</b>
6.3.1	AIS-Adapter .....	161
6.3.1.1	Daten Auslesen.....	161
6.3.1.2	Daten Schreiben .....	165
6.3.2	Überweisungserstellung .....	166
6.3.3	HL7 CDA Wrapper .....	169

6.3.3.1	Das Überweisungsformular .....	170
6.3.3.2	Überweisungserstellung .....	171
6.3.3.3	Einlösung der Überweisung .....	172
6.3.3.4	Krankenhauseinweisung .....	172
6.3.4	Signaturkomponente .....	173
6.3.4.1	Signaturerstellung .....	173
6.3.4.2	Signaturverifizierung .....	175
6.3.5	Steuerungsdatenkomponente .....	175
6.3.5.1	Administrative Steuerung .....	176
6.3.5.2	Medizinische Steuerung .....	177
6.3.6	Terminkomponente .....	178
6.3.7	Sicherungskomponente .....	180
6.3.7.1	Verschlüsselung .....	180
6.3.8	Evaluierung .....	183
<b>6.4</b>	<b>Hilfsmittelverordnung .....</b>	<b>184</b>
6.4.1	Verordnungserstellung .....	185
6.4.2	Interoperabilitätsschicht .....	188
6.4.3	Steuerungsdatenschicht .....	191
6.4.3.1	Bereitstellung der Steuerungsdaten .....	191
6.4.3.2	Visualisierung der Steuerungsdaten .....	192
6.4.4	Vermittlungskomponente .....	193
6.4.5	Ver- und Entschlüsselungskomponente .....	194
6.4.6	Evaluierung .....	195
<b>6.5</b>	<b>Telemonitoring .....</b>	<b>196</b>
6.5.1	Sensoradapter .....	196
6.5.2	Telemonitoringkomponente .....	198
6.5.2.1	Patientenapplikation .....	198
6.5.2.2	Arzt-Anwendungskomponente .....	200
6.5.3	Signaturkomponente .....	203
6.5.4	Steuerungsdatenkomponente .....	204
6.5.5	Vermittlungskomponente .....	206
6.5.6	Verschlüsselungskomponente .....	206
6.5.7	Evaluierung .....	209
<b>6.6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>210</b>
<b>7</b>	<b>Bewertung der Ergebnisse und Ausblick .....</b>	<b>211</b>
<b>7.1</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse .....</b>	<b>211</b>
7.1.1	Ergebnisse der Problemanalyse .....	211
7.1.2	Ergebnisse der Anforderungsanalyse .....	212
7.1.3	Ergebnisse der Architekturspezifikation .....	213
7.1.4	Ergebnisse der Implementierung und Evaluierung .....	213
<b>7.2</b>	<b>Theoretischer Beitrag .....</b>	<b>214</b>
<b>7.3</b>	<b>Praktische Implikationen .....</b>	<b>215</b>
<b>7.4</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>216</b>

7.4.1	Neue Technologien und mobile Geräte.....	217
7.4.2	Geschäftsmodelle .....	218
7.4.3	Weiterentwicklung der TI .....	220
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>222</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Ermöglichung neuer Behandlungsstrategien durch Informationssystem.....	3
Abbildung 2 – Wertschöpfung in Praxisnetzen.....	4
Abbildung 3 – Inhaltlich-logischer Aufbau der Arbeit .....	6
Abbildung 4 – Sektorale Versorgung versus Integrierte Versorgung .....	8
Abbildung 5 – Rahmenwerk zur gestaltungsorientierten Forschung .....	12
Abbildung 6 – Konzeption der Dissertation.....	15
Abbildung 7 – Die Grundstruktur des deutschen Gesundheitssystems.....	16
Abbildung 8 – Ausgaben der GKV in Deutschland 2010-2013*.....	18
Abbildung 9 – Finanzierung des deutschen Gesundheitswesens .....	21
Abbildung 10 – Kommunikationswege im deutschen Gesundheitswesen.....	24
Abbildung 11 – Ansprechpartner niedergelassener Ärzte.....	29
Abbildung 12 – Ziele des Praxisnetzes GO IN .....	31
Abbildung 13 – Medienbrüche im Laufe eines Behandlungsablaufs.....	32
Abbildung 14 – Nutzung von PVS nach Aufgaben im Praxisnetz GO IN (n=117).....	35
Abbildung 15 – Klassendiagramm der Anforderungserstellung im Gesundheitswesen .....	37
Abbildung 16 – Arztinformationssysteme in Deutschland und GO IN .....	39
Abbildung 17 – Struktur eines HL7-CDA Dokuments beim SOAP Transport .....	49
Abbildung 18 – Verfeinertes Modell der TI.....	52
Abbildung 19 – Verfeinertes Modell der Telematik Tier .....	53
Abbildung 20 – Telematikinfrastruktur.....	56
Abbildung 21 – Klassifizierung von elektronischen Patientenakten .....	57
Abbildung 22 – Ein traditioneller und ein elektronischer Arztbrief .....	59
Abbildung 23 – Austausch eines Arztbriefes über die TI .....	60
Abbildung 24 – Effizienzsteigerungen durch Telematikanwendungen .....	61
Abbildung 25 – Komponenten einer Mehrwertanwendung und deren Interaktionen.....	62
Abbildung 26 – Unterscheidung der Typen von MWA.....	64
Abbildung 27 – Die SOA der deutschen Gesundheitsversorgung. ....	65
Abbildung 28 – MWA außerhalb der Primärsysteme.....	67
Abbildung 29 – Gegenwärtige Nutzbarkeit von Mehrwertdiensten .....	68
Abbildung 30 – Teststufen bis zur Einführung der eGK .....	69
Abbildung 31 – Akzeptanzbildung im Bereich der Gesundheitstelematik .....	72
Abbildung 32 – Einflussfaktoren für die Technologieakzeptanz von Ärzten.....	73
Abbildung 33 – Nutzungsabsicht von Telematikdiensten im Praxisnetz GO IN.....	74
Abbildung 34 – Mehrheit der Bevölkerung hält eGK für sicherer als Bankkarten.....	78
Abbildung 35 – Diskussion um Sicherheitslücken .....	79
Abbildung 36 – Anforderungsanalyse im Gesamtkontext .....	81
Abbildung 37 – Anforderungsermittlung und Analyse (UML-Aktivitätsdiagramm).....	82
Abbildung 38 – Nichtfunktionale Anforderungen .....	83

Abbildung 39 – Typische Aktivitäten im ambulanten Behandlungsablauf .....	84
Abbildung 40 – Präferierte Partner der Ärzte .....	85
Abbildung 41 – UML-Klassendiagramm eines IV-Vertrags nach SGB5 §140a .....	86
Abbildung 42 – Meinung zur Datenspeicherung .....	90
Abbildung 43 – Erlösmodelle für Praxisnetze .....	92
Abbildung 44 – Zu implementierende ökonomische Rahmenbedingungen .....	93
Abbildung 45 – Idealtypische Darstellung eines ambulanten Behandlungsprozesses .....	98
Abbildung 46 – Anwendungsfalldiagramm eÜberweisung .....	101
Abbildung 47 – Überweisungsträger .....	103
Abbildung 48 – Datenmodell der elektronischen Überweisung .....	107
Abbildung 49 – Referenzprozess zum elektronischen Hilfsmittelmanagement .....	110
Abbildung 50 – Anwendungsfälle des Hilfsmittelmanagement .....	112
Abbildung 51 – Incentivierungsmodell für Ärzte .....	114
Abbildung 52 – Verordnungsträger für Hilfs- und Arzneimittel .....	117
Abbildung 53 – Datenmodell des Verordnungsmanagement .....	118
Abbildung 54 – Referenzprozess zum Telemonitoring .....	120
Abbildung 55 – Anwendungsfalldiagramm für Telemonitoring .....	121
Abbildung 56 – Studienbasiertes Verteilungsmodell .....	124
Abbildung 57 – Transaktionsobjekte von Telemonitoring von Chronischer HI .....	127
Abbildung 58 – SOA als Architekturmuster .....	132
Abbildung 59 – Prozessschritte der Facharztüberweisung .....	135
Abbildung 60 – Konnektoren bei der Interaktion von MWA .....	136
Abbildung 61 – Schichten der e-Health Architektur .....	137
Abbildung 62 – Architekturstile einer MWA .....	138
Abbildung 63 – Prozessschritte der Krankenhauseinweisung .....	142
Abbildung 64 – Dienstnutzer und Dienstanbieter .....	150
Abbildung 65 – Testumgebung der TU München .....	155
Abbildung 66 – Hausarztsystem ixx.concept .....	156
Abbildung 67 – Facharztsystem Doc.Star .....	157
Abbildung 68 – Testumgebung für MWA .....	158
Abbildung 69 – Auszug aus dem Data Warehouse des Praxisnetzes GO IN .....	159
Abbildung 70 – MWA Schichtenarchitektur der elektronischen Überweisung .....	160
Abbildung 71 – Komponentendarstellung der Adapterschicht .....	164
Abbildung 72 – Datenbankstruktur des Zielsystems .....	165
Abbildung 73 – Anwendungsschicht der Elektronischen Überweisung .....	167
Abbildung 74 – Sequenzdiagramm der Überweisungserstellung .....	169
Abbildung 75 – Überweisungsträger auf Basis HL7 V2, CDA Level 3 .....	170
Abbildung 76 – Schnittstellen des KIS des Klinikums Rechts der Isar .....	173
Abbildung 77 – Der XTV des Konnektors Kocobox .....	175

---

Abbildung 78 – Darstellung der Ärzte nach Fach- und Ortskriterien .....	176
Abbildung 79 – Erzeugung von Steuerungsdaten .....	177
Abbildung 80 – Visualisierung von Steuerungsdaten zu medizinischen Zwecken.....	178
Abbildung 81 – Terminsuche .....	179
Abbildung 82 – Terminreservierung: Nutzung von Steuerungsdaten.....	179
Abbildung 83 – Datentransfer bei der elektronischen Facharztüberweisung .....	180
Abbildung 84 – Schnittstellenaufruf der Verschlüsselung.....	181
Abbildung 85 – Sequenzdiagramm zur Verschlüsselung .....	181
Abbildung 86 – Architekturinstanz für MWA zum Hilfsmittelmanagement .....	184
Abbildung 87 – Zusammensetzung Hilfsmittelnummer .....	186
Abbildung 88 – Sequenzdiagramm Verordnungserstellung .....	187
Abbildung 89 – Anwendungskomponente der Hilfsmittelverordnung .....	188
Abbildung 90 – XML-Struktur des VODD.....	189
Abbildung 91 – Aufbereitung der Steuerungsdaten aus den IV-Verträgen .....	193
Abbildung 92 – Visualisierung der Angebote für Hilfsmittel.....	194
Abbildung 93 – Schichten der MWA zur Telemonitoring von CHI.....	196
Abbildung 94 – Patientenclient für Home Monitoring .....	198
Abbildung 95 – Patientenübersicht für Überwachung von CHI .....	200
Abbildung 96 – Detailansicht der Vitaldaten eines Patienten.....	202
Abbildung 97 – Behandlungsziffern aus dem AIS.....	205
Abbildung 98 – Verschlüsselung und Übertragung von Vitalparametern .....	208
Abbildung 99 – Speicherung von verschlüsselten Patientendaten auf einem NFC-Tag.....	218
Abbildung 100 – Geschäftsmodelle im Zuge der Einführung der eGK.....	219
Abbildung 101 – Marktplatzmodell für MWA .....	219

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Wichtige Zahlen der ambulanten ärztlichen Versorgung.....	19
Tabelle 2 – Strukturelle Daten deutscher Arztpraxen .....	20
Tabelle 3 – Institutionsübergreifende Kommunikation im deutschen Gesundheitswesens .....	25
Tabelle 4 – KV-Zulassungen der verbreitetsten 10 PVS-Systeme.....	36
Tabelle 5 – IT Nutzung in Arztpraxen des Praxisnetzes GO IN I.....	41
Tabelle 6 – IT Nutzung in Arztpraxen des Praxisnetzes GO IN II .....	42
Tabelle 7 – Wissenstand der Ärzte bezüglich der eGK.....	70
Tabelle 8 – Charakteristika von Befürwortern und Gegnern und ihren Praxen.....	75
Tabelle 9 – Signifikante Unterschiede: Telematikgegner und -befürworter.....	76
Tabelle 10 – Gesetzliche Grundlagen im Rahmen von MWA.....	87
Tabelle 11 – Sicherheitsanforderungen an Telematikanwendungen.....	91
Tabelle 12 – Liste übergreifender Anforderungen .....	95
Tabelle 13 – Funktionaler Anforderungskatalog an die elektronische Überweisung .....	100
Tabelle 14 – Anwendungsfall, Überweisungsausstellung in der Hausarztpraxis .....	101
Tabelle 15 – Anforderungen an medizinische Daten, Teil 1.....	104
Tabelle 16 – Anforderungen an medizinische Daten, Teil 2.....	106
Tabelle 17 – Anwendungsfall, Verordnung und Bestellung von Hilfsmitteln.....	112
Tabelle 18 – Anforderungskatalog zur Hilfsmittelverordnung .....	116
Tabelle 19 – Kooperativer Anwendungsfall - Telemonitoring .....	122
Tabelle 20 – Funktionale Anforderungen an die MWA zum Telemonitoring.....	126
Tabelle 21 – Funktionsübersicht Adapterschicht .....	140
Tabelle 22 – Funktionsübersicht Applikationsschicht .....	141
Tabelle 23 – Funktionsübersicht Interoperabilitätsschicht.....	143
Tabelle 24 – Funktionsübersicht Interoperabilitätsschicht.....	144
Tabelle 25 – Funktionsübersicht der Steuerungsschicht .....	146
Tabelle 26 – Funktionsübersicht der Vermittlungsschicht.....	147
Tabelle 27 – Funktionsübersicht der Sicherungsschicht .....	148
Tabelle 28 – Datenbankstruktur des AIS und Rückgabe des AIS-Adapters.....	162
Tabelle 29 – Datenbankstruktur des AIS und Rückgabe des AIS-Adapters.....	164
Tabelle 30 – Funktionstests der Komponenten der eÜberweisung.....	183
Tabelle 31 – Funktionstests der Komponenten des Ordnungsmanagement .....	195
Tabelle 32 – Funktionstests der Komponenten des Telemonitoring.....	209
Tabelle 33 – Elemente einer Designtheorie zur Entwicklung verteilter MWA .....	214

## Abkürzungsverzeichnis

ADT	Abrechnungsdatentransfer
AdV	Anwendungen der Versicherten
AES	Advanced Encryption Standard
AIS	Arztinformationssystem
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
APDU	Application Protocol Data Unit
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASP	Active Server Pages
BDT	Behandlungsdatentransfer
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
CD	Compact Disc
COPD	Chronic obstructive pulmonary disease
CDA	Clinical Document Architecture
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
ECR	Electronic Case Record
eGK	Elektronische Gesundheitskarte
e-Health	Electronic Health / Elektronische Dienstleistungen im Gesundheitswesen
EHR	Electronic Health Record
EMR	Electronic Medical Record
ePA	Elektronische Patientenakte
G1	Generation 1
G-BA	Gemeinsame Bundesausschuss
Gematik	Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
HBA	Heilberufsausweis
HI	Herzinsuffizienz
HL7	Health Level 7
ICD	International Classification of Diseases
IFA	Informationsstelle für Arzneispezialitäten
IGeL	Individuelle Gesundheitsdienstleistungen
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IP	Internet Protocol
IS	Information Systems

---

ISO/OSI	International Standard Organization's Open System Interconnect
IT	Informationstechnologie
KBV	Kassenärztliche Bundesvereinigung
KIS	Krankenhausinformationssystem
KOM-LE	Kommunikation der Leistungserbringer
KV	Kassenärztliche Vereinigung
LAN	Local Area Network
LDT	Labordatentransfer
LOINC	Logical Observation Identifiers Names and Codes
MIS	Medizinisches Informationssystem
MWA	Mehrwertanwendung
MWD	Mehrwertdienst
MWK	Mehrwertkomponente
MWKL	Mehrwertkomponente Leistungserbringer
MWKP	Mehrwertkomponente Patient
MWKU	Mehrwertkomponente Unterstützung
NFC	Near Field Communication
NuSiB	Nutzen und Sicherheit der eGK in der Baymatik
OCSP	Online Certificate Status Protocol
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PHR	Personal Health Record
PPN	Pharmacy Product Number
PVS	Praxisverwaltungssystem
REHA	Rehabilitation
PZN	Pharmaziezentralnummer
RIM	Reference Information Model
QDS	Qualifizierende digitale Signatur
SAK	Signatur Anwendungskomponente
SGB	Sozialgesetzbuch
SICCT	Secure Interoperable ChipCard Terminal
SMC	Secure Modul Card
SOA	Serviceorientierte Architektur
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language
TAM	Technology Acceptance Model
TAN	Transaktionsnummer
TI	Telematikinfrastuktur

---

TUM	Technische Universität München
UDDI	Universal Description Discovery and Integration
UML	Unified Modeling Language
UUID	Universally Unique Identifier
VHitG	Verband der Herstellern von IT-Lösungen für das Gesundheitswesen
VODD	Verordnungsdatendienst
VSDM	Versichertenstammdatendienst
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
WSDL	Web Service Description Language
XAdES	XML Advanced Electronic Signature
XDT	Sammelbegriff für Datentransfer auf Basis von BDT
XML	Extended Markup Language
XTV	Extended Trusted Viewer

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation und Relevanz

Der Einsatz vernetzter Informationssysteme im Gesundheitswesen ermöglicht zahlreiche signifikante Qualitätsverbesserungen der medizinischen Versorgung (Lappé et al. 2004; Shekelle/Morton/Keeler 2006; European Commission 2007; Helms/Pelleter/Ronneberger 2007; Kempf/Schulz 2008). Um die Vernetzung der Institutionen des deutschen Gesundheitswesens auf Basis landesweit einheitlicher Sicherheits-, Organisations- und Technologiestandards zu ermöglichen, bauen die Gesundheitsbehörden seit 2004 eine übergreifende Telematikinfrastruktur (TI) auf (BMG 2005). Patienten und Ärzte sehen die Nutzenpotentiale der TI (Allensbach 2010), dennoch schwelt die Diskussion um die Einführung der elektronischen Gesundheitskarte (eGK) und die damit einhergehenden Digitalisierung des Gesundheitswesens in der deutschen Öffentlichkeit seit mehreren Jahren. Das ursprünglich geplante Einführungsdatum der eGK, das Jahr 2006, ist seit langem verstrichen und die Vernetzung der Leistungserbringer des Gesundheitswesens lässt weiter auf sich warten (Tuffs 2010). Speziell auf Seite der Ärzte gibt es vehementen Widerstand gegen die laufenden Aktivitäten zum Aufbau der deutschen TI (BÄK 2010,72). Durch die Nutzung der von staatlicher Seite spezifizierten Dienste der eGK befürchten Leistungserbringer zusätzlichen Arbeitsaufwand und finanzielle Mindereinnahmen, ohne dass dafür im Gegenzug ein adäquater Zusatznutzen in den medizinischen Kernprozessen bereitgestellt wird (Kirn 2005; Mertens 2008). Auf große Ablehnung stieß primär die dauerhafte, zentrale Speicherung von Patientendaten in elektronischen Patientenakten (Dünnebeil et al. 2010b). Der Deutsche Ärztetag, das zentrale Gremium der hiesigen Ärzteschaft, lehnte das Projekt in allen Abstimmungen ab und forderte eine grundlegende Neuausrichtung der Initiative, um die Anforderungen der Ärzte hinreichend zu berücksichtigen (BITKOM 2009). Im Jahre 2009 wurden die Verantwortlichkeiten für die eGK an medizinische Fachgesellschaften übergeben, um die staatlichen Telematikanwendungen im Sinne der Leistungserbringer neu auszurichten.

Parallel zur Kritik an den staatlichen Aktivitäten zur digitalen Vernetzung zeichnet sich in der deutschen Gesundheitsversorgung ein „[...] Übergang vom derzeit dominierenden plan- und kollektivwirtschaftlichen Steuerungsregime hin zu einer konsequent wettbewerblichen Ausgestaltung der individuellen Vertragsbeziehungen zwischen Krankenkassen und Leistungsanbietern [...]“ ab (Jacobs/Schulze 2004). Individuell ausgestaltete Prozesse sollen zukünftig vermehrt das Gesundheitswesen zwischen Patienten, Leistungserbringern und Kostenträgern im Zuge einer Integrierten Versorgung bedarfsgerecht organisieren, ohne dass es eine übergreifende staatliche Steuerung gibt. Individuelle Vertragsbeziehungen wurden in den Bemühungen zur Spezifikation der Telematik bisher nicht berücksichtigt. Fallspezifische Anforderungen und Versorgungsprozesse, wie sie in regionalen Versorgungskonzepten angedacht wurden, können mit den gegenwärtig spezifizierten Telematikanwendungen nicht hinreichend abgebildet werden. Die staatlichen Anwendungen der TI orientieren sich bisher

vielmehr an den kollektiven Versorgungsprozessen der gesetzlichen Regelversorgung. Die vorliegende Arbeit entstand im Kontext einer Kooperation des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik der Technischen Universität München (TUM) mit dem Praxisnetz GO IN e.V. in der Region Ingolstadt, wo die Ausgestaltung individueller Gruppenverträge zur integrierten regionalen Versorgung im Vordergrund steht. In den vergangenen Jahren entstanden dort vernetzte ambulante Versorgungsstrukturen, die im Rahmen der Forschungsk Kooperation auf prozessorientierte und ökonomische Konzepte aus der Wirtschaftsinformatik stießen, die bisher im ambulanten Gesundheitswesen wenig Verbreitung gefunden haben. In vielen Gesprächen mit den ausführenden Personen, vornehmlich Ärzten, Helfern und Praxisnetzmitarbeitern, aber auch Mitarbeiter von Krankenkassen, Kliniken und Verbänden, zeigte sich deutlich, dass strukturierte IT-gestützte Behandlungsprozesse im ambulanten Gesundheitswesen zunehmend eine Kernvoraussetzung für eine integrierte Versorgung darstellen. Während eine Behandlung bisher oft als eine atomare Dienstleistung eines Arztes wahrgenommen wird, der oft in Konkurrenz zu anderen Ärzten in der Region steht, stellt heute die Kooperation zwischen den niedergelassenen Leistungserbringern in einer Region ein wichtiges Anliegen dar.

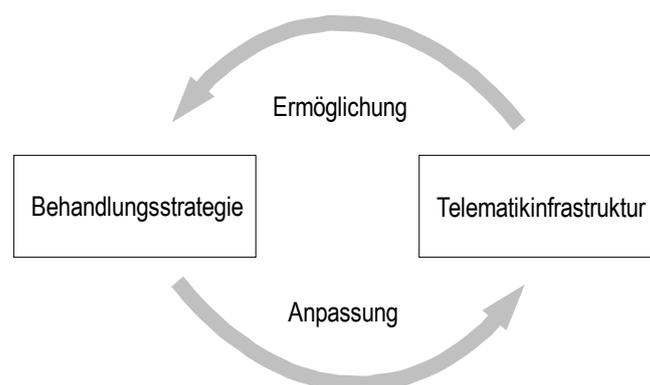
Kollegialität und Toleranz zwischen niedergelassenen Ärzten  
wächst im Quadrat zur Entfernung. (Broglie, Schade, 2009)

Die ganzheitliche Behandlung eines Patienten, die oft die Perspektive vieler verschiedener Leistungserbringer beinhaltet, stellt die Dienstleistung dar, welche ein Ärzteverbund seinen Kunden, den Patienten der Region, anbieten möchte. Die Behandlungsprozesse sollen nach medizinischen und ökonomischen Gesichtspunkten optimiert werden, um die finanzielle Situation der Ärzte und die Behandlungsqualität in Praxisnetzen besser zu gestalten, als in der durch unabhängig agierenden Haus- oder Fachärzten bereitgestellten Regelversorgung.

Fortschrittliche Informationslogistik, die unter Einbindung von Informationssystemen ermöglicht wird, hat in der Vergangenheit in vielen Domänen zu neuen Formen der Kooperation, Prozessverbesserungen, neuen Geschäftsmodellen und einem erweiterten Angebotsspektrum geführt (Fiedler/Grover/Teng 1994; Venkatraman 1994; Schumann/Hoch 1995). Auch die Telematik ermöglicht eine integrierte Behandlungsstrategie durch vernetzte Informationstechnologie (IT). Einzel- oder Gemeinschaftspraxen, die in unserem Forschungsumfeld durchschnittlich zwei Ärzte und drei Helfer umfassen (Dünnebeil et al. 2012c), erhalten durch ein Praxisnetz einen übergeordneten Kooperationsverband, der viele Aufgaben koordinieren kann, um bspw. wirtschaftliche Interessen besser als in einer Einzelpraxis durchzusetzen. So kann, unter Einsatz telematikbasierter Informationssysteme, der Einkauf von Impfstoffen und Praxisbedarf durch das Netz gebündelt werden, Notdienste koordiniert und Online-Terminverwaltung übergreifend zur Verfügung gestellt werden. Auch der interoperable Austausch von Behandlungsdaten wird ermöglicht, ohne dass Daten erneut erhoben oder abgetippt werden müssen.

Ambulante Behandlungen stellen heterogene, kommunikationsintensive Dienstleistungen dar (Dinh/Chu 2006), die ohne den Einsatz von IT schon heute für einen Großteil der Leistungserbringer nicht mehr koordinierbar sind (Dünnebeil et al. 2010a). Seit Jahrzehnten nutzen niedergelassene Ärzte in ihren Praxen isolierte Arztinformationssysteme (AIS), die sie bei der medizinischen und administrativen Abwicklung ihrer Behandlungen unterstützen. Eine strukturierte medizinische Kommunikation zwischen den Systemen verschiedener Anbieter ist in der heterogenen Systemlandschaft des Gesundheitswesens bis dato jedoch kaum etabliert. Da im deutschen Gesundheitssystem auch institutionsübergreifende Prozesse existieren, die der Unterstützung durch IT-Systeme bedürfen, wurde in Deutschland das Projekt der eGK gestartet (BMG 2005).

Um einen sicheren, interoperablen Austausch von Patientendaten zwischen den Informationssystemen der Leistungserbringer zu ermöglichen, wurde 2004 begonnen, eine übergreifende TI zu spezifizieren (Fraunhofer 2005). Durch die flächendeckende Einführung der eGK für Patienten und eines Heilsberufsausweises (HBA) für Leistungserbringer wird die Möglichkeit eröffnet, elektronische Dokumente mit einer qualifizierenden digitalen Signatur (QDS) zu versehen, sie einheitlich zu verschlüsseln und über einen sicheren Kanal und einheitliche Schnittstellen an eine andere Institution oder Patienten zu übertragen. Im Bereich von Verordnungen, die bisher in Papierform abgewickelt werden mussten, können digitale Prozesse geschaffen und elektronische Märkte etabliert werden, die in vielen Fällen Transaktionskosten erheblich reduzieren und die Preise bei vielen Marktteilnehmern deutlich senken (Malone/Yates/Benjamin 1987). Die TI ermöglicht damit digitale Prozesse, die wiederum eine Anpassung der TI nach sich ziehen können (Abbildung 1). Die vorliegende Abhandlung arbeitet einerseits neue Behandlungsstrategien aus, die durch digitale Kooperation ermöglicht werden, und betrachtet auf der anderen Seite die notwendigen Anpassungen, die auf Seite der TI und der Informationssysteme dabei notwendig werden.

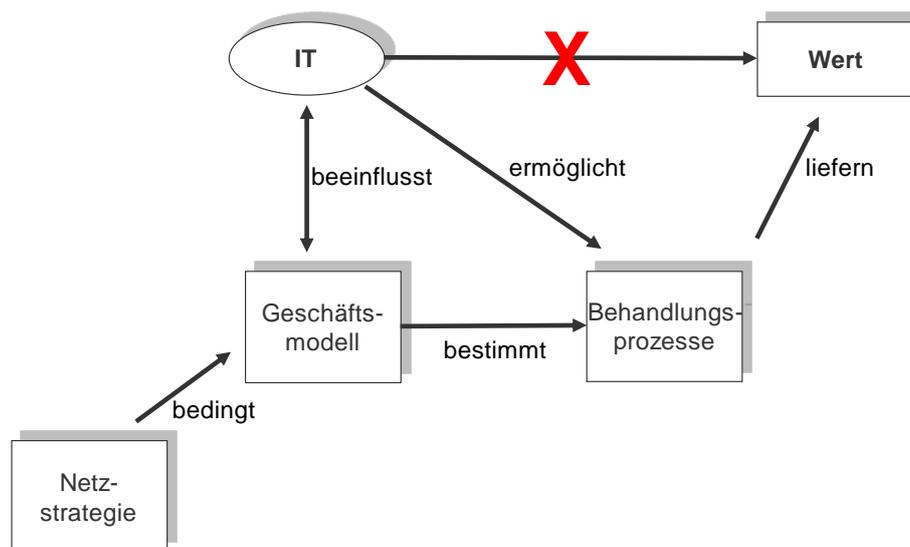


**Abbildung 1 – Ermöglichung neuer Behandlungsstrategien durch Informationssystem**

*Quelle: In Anlehnung an (Krcmar 2010)*

Die untersuchten Behandlungsstrategien der Dissertation fokussieren sich nicht auf die kollektivwirtschaftlichen Bereiche der Regelversorgung, die im Rahmen der TI spezifiziert wurden, sondern beleuchten den Bereich angepasster Aktivitäten im Rahmen von regionalen

Kooperationen. Die Netzstrategie des Praxisnetzes GO IN versucht Kosten zu reduzieren und die Behandlungsqualität zu steigern, ohne dass dabei die finanzielle Grundlage der Leistungserbringer verloren geht oder Patienten zusätzliche Beiträge zahlen müssen. Das umzusetzende Geschäftsmodell soll im Praxisnetz die Behandlungsprozesse bestimmen, die dann einen Wert für die teilnehmenden Ärzte liefern (Abbildung 2). Der Wert wird heute weitgehend durch die standardisierte Abrechnung von Behandlungsleistungen einer Praxis geschaffen. Abgesehen von Verträgen zur Integrierten Versorgung (Amelung 2007) ist die enge Kooperation und Prävention kein Geschäftsmodell.



**Abbildung 2 – Wertschöpfung in Praxisnetzen**

*Quelle: In Anlehnung an (Wigand/Picot/Reichwald 1997), 159)*

Die bisherige Strategie der Gesundheitstelematik versuchte ein bundeseinheitliches Nutzenmodell für die eGK aufzustellen, das allen Leistungserbringern einen einheitlichen Prozess zur Nutzung von Telematikdiensten zur Verfügung stellt. So sollten systemische Einsparungen realisiert werden, ohne dass dabei auf die individuelle Situation der Interessensgruppen eingegangen wurde. Laut Wirtschaftlichkeitsstudien verlieren die Ärzte bundesweit in den ersten fünf Jahren Finanzmittel in der Höhe von 1,38 Mrd. Euro (Bernnat 2006). Die Ersparnisse kommen in dem beschriebenen Ansatz zum überwiegenden Teil den Kostenträgern zu Gute. Es wurden keine fallbezogenen Geschäftsmodelle entwickelt, wie es vielfach für elektronische Dienstleistungen im Gesundheitswesen (e-Health) gefordert wurde (Whitten/Steinfeld/Hellmich 2001; European Commission 2010) und in Bereichen ähnlicher Informationssysteme bereits etabliert ist (Nüttgens/Dirik 2008). Die vorliegende Arbeit versucht hingegen ein Geschäftsmodell für die Kooperation von Ärzten mit Hilfe von IT in elektronische Behandlungs- und Administrationsprozesse auf Basis der deutschen TI umzusetzen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird von einer heterogenen Struktur der ambulanten Versorgung in Deutschland ausgegangen, in der sich lokale Gegebenheiten unterscheiden,

etwa in Struktur der Ärzteschaft, Demografie der Patienten oder Geografie der Region. AIS und Gesundheitstelematik stellen standardisierte IT-Funktionalitäten zur Verfügung, die es nicht erlauben Software an die Gegebenheiten der medizinischen Kooperationen anzupassen. Um angepasste Anwendungsfälle zu unterstützen, bietet die Telematik das Konzept, individuell angepasste Mehrwertanwendungen (MWA) auf Basis der TI zu entwickeln. MWA der eGK werden nur in übergreifenden Teilen von staatlichen Institutionen spezifiziert. Daneben sollen sie die Chance bieten, informationstechnische Innovationen in die Institutionen der Leistungserbringer tragen, die von unabhängigen Firmen, Krankenkassen oder Forschungsinstituten auf Basis der TI entwickelt werden (Neuhaus/Deiters/Wiedeler 2006; Rohner/Winter 2008). Als entferntes Vorbild können Mobilfunkanwendungen – sogenannte Apps – angesehen werden, die von einer verteilten, weltweiten Entwicklergemeinde erstellt werden und für viele Nutzer heute einen Mehrwert darstellen (Holzer/Ondrus 2011). Die Entwicklung und Distribution von Software für mobile Endgeräte ist nicht mehr ausschließlich eine Aufgabe der System- und Plattformhersteller, da die Systeme für externe Entwickler geöffnet wurden (Bazijanec/Pousttchi/Turowski 2004). MWA könnten über einen sicheren Marktplatz für Telematikanwendungen vertrieben werden, der von staatlichen Institutionen kontrolliert wird (Dünnebeil/Leimeister/Krcmar 2011a). So soll die TI eine sichere und offene Applikationsplattform für MWA bieten (Dünnebeil et al. 2009b). Ein zentraler Erfolgsfaktor der "App Economy" war das Vorhandensein zentraler Referenzarchitekturen für die leichtgewichtige Entwicklung, Zertifizierung und Bereitstellung von Apps. Standards ermöglichten für eine Vielzahl von Entwicklern die Erstellung qualitätsgesicherter und interoperabler Anwendungen für mobile Endgeräte.

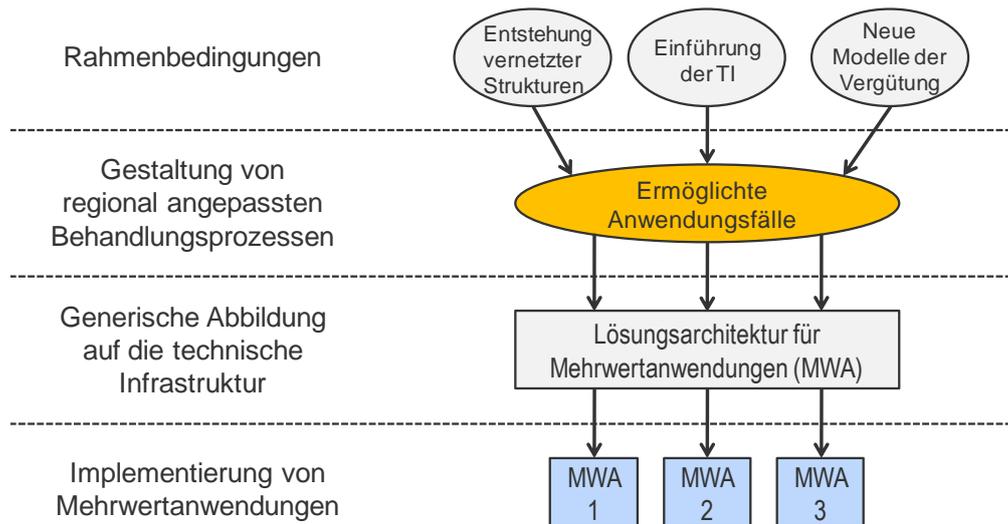
Eine zentrale Frage der vorliegenden Dissertation ist, wie ähnliche Potenziale für MWA rund um die eGK zu strukturieren sind. Es sollen Ansätze für die TI erarbeitet werden, die es ermöglichen, angepasste IT-Lösungen für die Integrierte Versorgung bereitzustellen. Die Arbeit möchte dabei, mit Hinblick auf die Komplikationen rund um die Einführung der eGK, primär auf die Anforderungen von Ärzten und Ärzteverbänden sowie Patienten eingehen, um Referenzprozesse und eine Referenzarchitektur für MWA der eGK auszuarbeiten, die den Ansprüchen der involvierten Interessensgruppen gerecht wird und eine Unterstützung individueller Vertragsbeziehungen unterstützt.

Um Praxisnetzen eine eigene IT Strategie zu ermöglichen benötigen Sie:

- Vernetzte Strukturen im ambulanten Gesundheitswesen, die enge Kooperation von Leistungserbringern mit einer übergreifenden Koordinationsebene ermöglichen.
- Neue Vergütungsmodelle, die regionale Vergütung von Leistungen außerhalb des Regelleistungsvolumens ermöglichen.
- Eine einheitliche Telematikinfrastruktur, die qualifizierende Signaturen, Verschlüsselung, Autorisierung und Authentifizierung ermöglicht.

Sind diese Rahmenbedingungen gegeben, eröffnen sich neue Anwendungsfälle für die Behandlungs- und Versorgungsprozesse in der regionalen Gesundheitsversorgung. Eine Reihe

solcher kooperativen Konzepte wurden in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern und Ärzten in der Region Ingolstadt herausgearbeitet. Die vorliegende Dissertation detailliert, dokumentiert, strukturiert und implementiert Teile dieser Konzepte. So wird eine Referenz erzeugt, an der sich andere Ärztenetze und Softwarehersteller orientieren können, wenn sich, aufgrund ähnlicher Rahmenbedingungen wie im Praxisnetz GO IN, die Möglichkeit eröffnet, verwandte Konzepte umzusetzen.



**Abbildung 3 - Inhaltlich-logischer Aufbau der Arbeit**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Bisher war zu beobachten, dass die Einführung der eGK sich aus wirtschaftlichen, organisatorischen und technischen Gründen immer wieder verzögert hat, obwohl die medizinischen Vorteile klar identifiziert wurden (European Commission 2007) und sich die Versicherten für die Einführung ausgesprochen haben (Techniker Krankenkasse 2009). Eine isolierte Betrachtung einzelner Kriterien ist daher wenig sinnvoll, um Konzepte im Gesundheitswesen umzusetzen. Aus diesem Grund versucht die Dissertation drei wichtige Dimensionen gleichermaßen zu motivieren: die medizinische Dimension, die Vorteile der Behandlungsunterstützung durch vernetzte Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) herausarbeitet, die ökonomische Dimension, die finanzielle Folgen des Technologieeinsatzes gestaltet, und die technologische Dimension, die die Ausgestaltung der IKT und der Telematik beleuchtet.

### 1.1.1 Medizinische Motivation

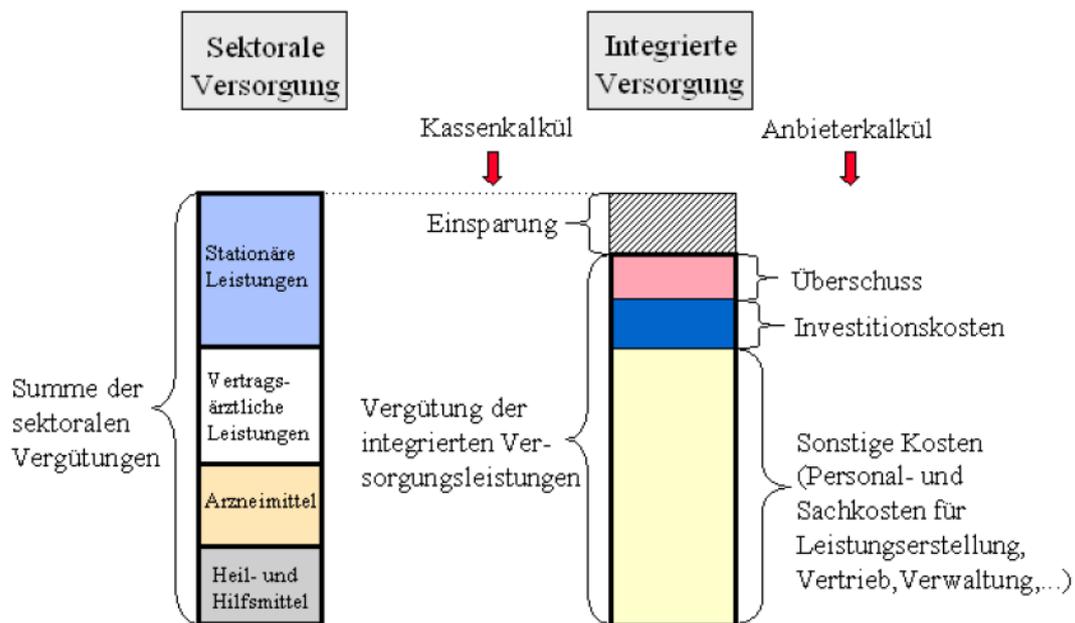
Jährlich sterben mehr Patienten an medizinischen Fehlern als an Brustkrebs, Verkehrsunfällen und AIDS zusammen (IOM 2006). 37,4% dieser medizinischen Fehler, im Englischen *Advers Events* genannt, gehen auf fehlerhafte Medikation zurück. Bis zu 8% aller stationär aufgenommenen Patienten leiden unter medikamentösen Wechselwirkungen (Aranaz-Andrés/Aibar-Remón/Vitaller-Murillo 2008), was in den USA Kosten von 4,4 Mrd. US\$ pro

Jahr verursacht. E-Health Anwendungen zur Dispersionshilfe können diese Fehler in 80% aller Fälle verhindern (Lappé et al. 2004), dennoch ist die Verbreitung solcher Anwendungen noch sehr eingeschränkt. Ein Dienst zur Prüfung der Arzneimitteltherapiesicherheit wurde zwar im Rahmen der gematik angedacht (gematik o.J.), es gibt allerdings noch keine konkrete Spezifikation. Auch in anderen Bereichen ergeben sich erhebliche Potentiale. Laut einer Studie der Techniker Krankenkasse verringert bspw. Telemonitoring bei chronischer Herzinsuffizienz Hospitalisierung, Behandlungskosten und Fehlzeiten erheblich. Darüber hinaus werden die Erfolgschancen bei der Behandlung der Krankheit erhöht (Helms/Pelleter/Ronneberger 2007). Ähnliche Erfolge lassen sich für die elektronische Heimüberwachung von Diabetes (Kempf/Schulz 2008) und Wundheilung (Imhoff-Hasse 2008) beobachten. Trotzdem sind solche Anwendungen bisher im ambulanten Gesundheitswesen nicht weit verbreitet (DesRoches et al. 2008; European Commission 2010), obwohl die Technologie dafür grundsätzlich verfügbar ist und der Einsatz dringend von den Behörden empfohlen wird (European Commission 2007). Die medizinische Motivation der Dissertation liegt darin, die Identifikation von hilfreichen e-Health Anwendungen zu ermöglichen und ihre Verbreitung bestmöglich zu fördern. Dabei soll die Lücke geschlossen werden, die im Rahmen der staatlichen Spezifizierung von Diensten und Anwendungen der TI nicht adressieren kann, da die staatlichen Institutionen nicht fortwährend den medizinischen Fortschritt auf IT-Systeme im Gesundheitswesen abbilden können.

### 1.1.2 Ökonomische Motivation

Die Befürchtung der Ärzte, dass die Einführung der Telematik mit finanziellen Einbußen einhergeht, wurde in den Kosten- und Nutzevaluierungen der TI untermauert (Bernnat 2006). Diese Befürchtungen konnten auch in den Umfragen in der Region Ingolstadt festgestellt werden, wo die Mehrzahl der Ärzte aussagte, dass die Einführung der eGK die finanzielle Situation ihrer Praxen verschlechtern wird (Dünnebeil et al. 2010a). Der Bereich von Telematikanwendungen wurde bisher nur in der Regelversorgung betrachtet, wo die Vermeidung von Doppeluntersuchungen Behandlungskosten einsparen soll (Bundesregierung 2011), was zu einer Verringerung der Behandlungsleistungen in der sektoralen Versorgung führt. Ein Konkurrenzkampf um Behandlungen führt gegenwärtig dazu, dass ökonomische Interessen von einzelnen Ärzten der bestmöglichen Behandlung entgegenstehen (Smith et al. 1997). Ökonomische Potentiale für Ärzte wurden jenseits dieser Überlegungen noch nicht strukturiert ausgearbeitet, obwohl digitale Kommunikation große Effizienzpotentiale freisetzen kann (Shekelle/Morton/Keeler 2006), die in manchen Fällen bis zu 80% der Kommunikationsaufwände einsparen (Stroetmann et al. 2006). In Konzepten zur Integrierten Versorgung können solche Effizienzpotentiale von Anbietern ins Kalkül gezogen werden, um Versorgung auf Basis individueller Versorgungsverträge günstiger anzubieten, als in Bereich der sektoralen Versorgung. Die Einsparungen der Krankenkassen können partiell an die Ärzte ausgeschüttet werden, was Teile der Effizienzsteigerungen an die Leistungserbringer weitergibt. Auch Ärztenetze können als Anbieter auftreten, Ärzte bieten damit Kassen selber medizinische Leistungen an, ein Überschuss, der bei diesen Leistungen erzielt werden kann, bliebe somit im Ärztenetz. Abbildung 4 illustriert die Möglichkeiten, die Ärztenetze als

Anbieter haben, und Einsparungen, die von den Kostenträgern erzielt werden können. Die vorgestellten Konzepte zeigen Anbietern und Kostenträgern interessante Effizienzpotentiale, die durch Telematikanwendungen erreicht werden können. Durch ein funktionierendes Geschäftsmodell soll die niedrige Diffusion von e-Health Lösungen, die weitreichende medizinische Nachteile mit sich bringt, überwunden werden. Zu diesem Zweck werden medizinische und administrative Innovationen mit Geschäftsmodellen verbunden.



**Abbildung 4 – Sektorale Versorgung versus Integrierte Versorgung**

Quelle: (Jacobs/Schulze 2004)

### 1.1.3 Technische Motivation

Die technische Dimension stellt den eigentlichen Kernpunkt der Arbeit dar. Hier sollen die bestehenden Ansätze zur Telematik erweitert werden, indem technische Referenzen für den Bereich von MWA herausgearbeitet werden. MWA werden explizit in der Architekturspezifikation der gematik eingeführt (gematik 2009a). Sie sollen einen wichtigen Teil zum finanziellen Erfolg der deutschen Gesundheitstelematik beitragen (Bernnat 2006). Isolierte Konzepte zu MWA wurden auch spezifiziert (gematik 2008d), ein ganzheitlicher Rahmen, der die Entwicklung von MWA von der Konzeption bis zur Implementierung abdeckt, existiert jedoch bis heute nicht. Aus diesem Grund gibt es bisher kaum Referenzen für Anforderungen, Architektur oder Implementierung von MWA. Die Verfügbarkeit einer grundlegenden Wissensbasis, die Modellierungs-, Entwurfs- und Implementierungsartefakte beinhaltet, ist jedoch eine Kernvoraussetzung, um die Diffusion neuer Technologien in eine Domäne zu fördern.

## 1.2 Ziele und Ergebnistypen der Dissertation

Aus der Veränderung des deutschen Gesundheitswesens ergeben sich eine Reihe typischer Problemstellungen, die durch Software-Architekturen in einem frühen Stadium der Systementwicklung adressiert werden können (Paul et al. 1996), um wichtige organisatorische Eckpfeiler in den IT-Systemen zu verankern. Betrachtet man den Widerstand gegen die staatlich spezifizierten Dienste der eGK, so ist es eine essentielle Aufgabe für die Konzeption von MWA der TI eine Referenzarchitektur bereitzustellen, die eine hohe Akzeptanz bei den Nutzergruppen genießt. Damit sollen MWA den Anforderungen von Leistungserbringern gerecht werden und ihre grundsätzliche Handhabbarkeit und Eignung kann anhand von Referenzimplementierungen evaluiert werden.

Ziel der Dissertation ist es, eine Software-Architektur zu entwickeln, die typische Anforderungen an telematikbasierte Mehrwertanwendungen modular strukturiert, um deren Komponenten prototypisch zu implementieren.

Die Aufnahme der Hauptkritikpunkte von Ärzten in eine Referenzarchitektur für Telematikanwendungen, bei gleichzeitiger Bereitstellung von praxisnahen Nutzenszenarien, soll der Kritik von ärztlicher Seite entgegenwirken und für eine hohe Akzeptanz sorgen. Eine Modularisierung der Architektur kann ferner die Spezifikation, Implementierung und Wiederverwendung wohldefinierter Komponenten vorantreiben. Um eine Bereitstellung von Software-Artefakten zu erleichtern, wird eine übergreifende Referenzarchitektur für MWA der TI entworfen, die wichtige Komponenten der Anwendungen in modularen Komponenten strukturiert. Dabei werden die übergreifenden Anforderungen als Teil der Architektur verankert, was die Wiederverwendbarkeit und Struktur von MWA in Zukunft verbessern soll. Zur Verifizierung der Referenzarchitektur werden drei Prozesse als verteilte MWA implementiert. Diese Prozesse sollen typische funktionale Anforderungen an institutionsübergreifender Kooperation im Praxisnetz GO IN abdecken, die mit den Interessensgruppen im Praxisnetz identifiziert wurden. Speziell die Kommunikation zwischen verteilten Anwendungen (bspw. in Arztpraxen), die keine übergreifende Projektsteuerung haben, wird adressiert. Im Gesundheitswesen werden - speziell bei fehlenden und kleinen IT-Abteilungen - Architekturentscheidungen tendenziell vernachlässigt (Köbler/Fähling/Krcmar 2010). Die Anwendungen sollen einen durchgehenden Informationsfluss im ambulanten Gesundheitswesen durch MWA der TI illustrieren. So wird eine Herangehensweisen zur Entwicklung von MWA der eGK für das deutsche Gesundheitswesen erarbeitet. Zur Verifizierung der Architektur werden die Versorgungsprozesse in konkreten Anwendungen implementiert, die bestehende Komponenten der TI nutzen sollen, so diese bereits vorhanden sind.

Das übergeordnete Ziel der Dissertation ist es, im Rahmen der in Kapitel 1.1 genannten Dimensionen der medizinischen Versorgung, die IT und ihrer effizienten Bereitstellung zu optimieren. Dafür werden drei Arten von Artefakten ausgearbeitet, die Erkenntnistypen der Dissertation darstellen.

### 1.2.1 Anforderungs- und Prozessartefakte

Die erste Gruppe von Artefakten beantwortet die Frage: **Was** soll im Rahmen der Dissertation umgesetzt werden? Hier werden drei Fallstudien, die im Praxisnetz GO IN durchgeführt wurden, vorgestellt. Es werden in diesem Rahmen Anforderungen erhoben, die sich im Praxisnetz GO IN für verteilte MWA ergeben, und in einem Anforderungskatalog detailliert. Die Anforderungen wurden aus der Literatur, den gesetzlichen Rahmenbedingungen und Interviews mit den Interessensgruppen der Region abgeleitet. Der Anforderungskatalog wird in übergreifende Anforderungen, die für alle digitalisierten Versorgungsprozesse Gültigkeit besitzen sowie funktionale Anforderungen, die jeweils im Kontext einer Anwendung stehen, unterteilt. Die funktionalen Anforderungen werden in Anwendungsfälle unterteilt und in einem Anwendungsfalldiagramm aufbereitet, um sie im nächsten Schritt in Soll-Prozesse zu überführen, die sich an bestehenden Abläufen der Gesundheitsversorgung orientieren. Ferner wird für jeden Prozess ein Datenmodell erstellt, das die medizinischen und administrativen Daten beinhaltet, die im Kontext der Fallstudie von Bedeutung sind. Dieses Artefakt bildet die Anforderungen der Domäne an die Implementierungsartefakte der Dissertation.

### 1.2.2 Architekturartefakt

Die zweite Gruppe von Artefakten beantwortet die Frage, **wie** die Anforderungen der Domäne grundlegend in technische Artefakte zu überführen sind. Das Architekturmodell ergibt sich aus den übergreifenden Anforderungen, basiert also implizit auf den gesetzlichen Rahmenbedingungen und den Anforderungen der Leistungserbringer. Um das Artefakt aus den Wissensbasen der Informatik, der Wirtschaftsinformatik und der Medizininformatik abzuleiten, wird der Stand der Forschung zu Referenzarchitekturen, Architekturstilen und Paradigmen der Softwareentwicklung aus der Literatur aufgearbeitet. Diese Erkenntnisse fließen in ein übergreifendes Architekturkonzept ein, das etablierte Architekturmuster auswählt und diese in eine Referenzarchitektur für MWA der TI überführt. Jede Komponente der Architektur wird dabei aus der Literatur und den Anforderungen abgeleitet und auf abstrakter Ebene beschrieben. Dabei werden die Ein- und Ausgabeparameter der Komponente und die Transformation, die innerhalb der Komponente vorgenommen werden, beschrieben.

### 1.2.3 Implementierungsartefakte

Die dritte Gruppe von Artefakten, beantwortet die Frage, **inwiefern** konkrete Implementierungen von MWA, die zur Evaluierung der Referenzarchitektur und der Anforderungskataloge umgesetzt werden, die Anforderungen auf Basis der vorgestellten Architektur umsetzen können. Basierend auf den Anforderungen der Leistungserbringer werden die Schichten der Architektur für drei MWA der TI instanziiert, modelliert, prototypisch implementiert und evaluiert. In den Artefakten werden Modellierungs- und Implementierungstechniken für MWA der TI dargestellt, die bestehende Konzepte und Spezifizierungen der Gesundheitstelematik verwenden. Als Artefakte dienen exemplarische Modelle, Code-Fragmente und Abbildungen der grafischen Nutzerschnittstellen von MWA, die typische Herausforderungen der Softwareentwicklung in der Domäne adressieren.

### 1.3 Forschungsmethode

Die Wirtschaftsinformatik legt im europäischen Kontext einen wichtigen Fokus auf die „[...] Gestaltungsorientierung, bei gleichzeitigem Nachweis ihrer wissenschaftlichen Rigorosität mittels anerkannter Verfahren der Erkenntnisgewinnung“ (Österle et al. 2010). Sie ist damit nicht deckungsgleich mit der Disziplin *Information Systems* (IS), die sich im angelsächsischen Sprachraum etabliert hat. Während sich die IS-Forschung mit der empirischen Sozialforschung im Bereich der Konzeption und Anwendung von Informationssystemen beschäftigt, erweitert die deutschsprachige Wirtschaftsinformatik diese Disziplin mit Elementen aus der Angewandten Informatik und den Ingenieurwissenschaften. Es sollen Problemstellungen in einem Forschungsfeld adressiert werden, indem innovative Softwareartefakte konzipiert, erweitert oder adaptiert werden. Simon (1996) beschreibt Artefakte als künstliche, vom Menschen erzeugte Gebilde, die ein relevantes Problem lösen oder die Verbesserung einer existierenden Lösung darstellen. Der hauptsächliche Wissensstand der Disziplin, der im Rahmen der Forschung Anwendung findet, wird in „[...] Informationssystemen, Software, organisatorischen Lösungen sowie Methoden und Werkzeugen, darüber hinaus aber auch in Form von Erfahrungen mit diesen Komponenten“ gesehen. Ergebnistypen sind „Konstrukte (Konzepte, Terminologien, Sprachen), Modelle, Methoden und Instanzen (Implementierung konkreter Lösungen als Prototypen oder produktive Informationssysteme)“ (Österle et al. 2010).

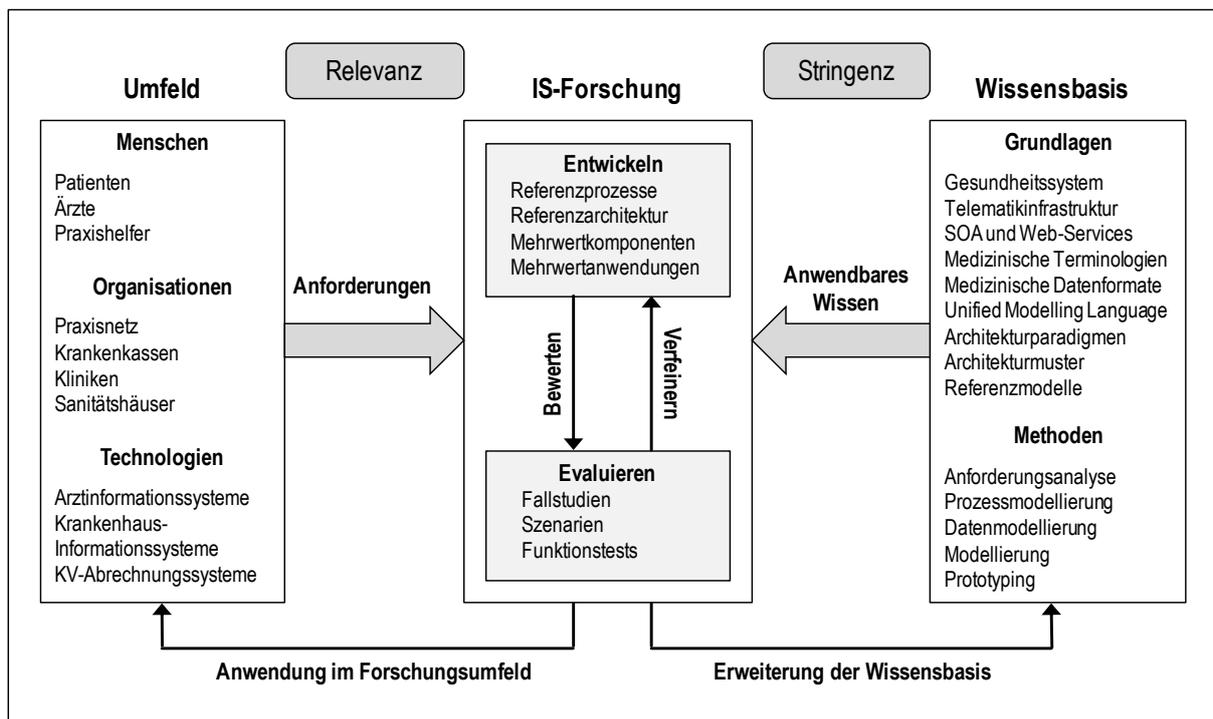
Die gestaltungsorientierte Forschung soll relevante Artefakte erzeugen und evaluieren, die für ein Forschungsumfeld eine Problemstellung lösen, indem Komponenten aus der Wissensbasis einer Forschungsdomäne unter Anwendung etablierter Methoden kombiniert oder erweitert werden.

Das **Forschungsfeld** stellen die Organisationen und Menschen dar, für die und mit denen die gestaltungsorientierte Forschung durchgeführt wird. Sie definieren, im Kontext ihrer Aufgabe und unter Berücksichtigung der dabei verwendeten Technologien, die Anforderungen an die IS-Forschung. Dafür sollten in der Analyse des Forschungsfeldes relevante Probleme oder Potentiale identifiziert werden, deren Lösung das Ziel der gestaltungsorientierten Forschung ist. Damit wird sichergestellt, dass die **Relevanz** in hinreichendem Maße vorhanden ist und die Artefakte der Forschung langfristig dem Umfeld zur Verfügung gestellt werden können. Die deutsche **IS-Forschung** selber verwendet Methoden und Grundlagen aus der **Wissensbasis** von Medizin-, Wirtschafts- und Kerninformatik, die unter Verwendung etablierter Methoden ein Artefakt für das Forschungsfeld entwickelt und evaluiert. Die Evaluierung folgt wohldefinierten Evaluierungsmethoden (Hevner/March/Park 2004), um zu gewährleisten, dass die Erkenntnisse eine praktische und theoretische Relevanz besitzen. Nach (Gregor 2006) besteht der Wertbeitrag nicht in der Problemlösung als solcher, sondern vielmehr in der **stringenten** methodischen Verallgemeinerung der gewonnenen Erkenntnisse. Sie werden in die Wissensbasis zurückgespielt, um sie im Zuge der gestaltungsorientierten Forschung zu verbreitern. Die Artefakte sollen langfristig in das Forschungsfeld diffundieren

und dort Anwendung finden. Dies ist neben Analyse, Entwurf und Evaluation der Artefakte das Hauptziel der Wirtschaftsinformatik (Österle et al. 2010).

### 1.3.1 Forschungsdesign der Dissertation

Die Dissertation verwendet einen gestaltungsorientierten Ansatz nach Hevner/March/Park (2004). Die Themen der Dissertation werden in Abbildung 5 in das Rahmenwerk zur gestaltungsorientierten Forschung eingeordnet, das die vorherigen Ausführungen im gegebenen Kontext illustriert.



**Abbildung 5 – Rahmenwerk zur gestaltungsorientierten Forschung**

*Quelle: In Anlehnung an (Hevner/March/Park 2004)*

Das Artefakt, das im Zentrum der Betrachtung steht, ist eine Referenzarchitektur für den Entwurf und die Implementierung telematikbasierter MWA im deutschen Gesundheitswesen. Sie ermöglicht die Umsetzung der Referenzprozesse, eines Teilartefakts der Dissertation, und resultiert in MWA, die wiederum aus Mehrwertkomponenten bestehen<sup>1</sup>. Um die Architektur aus den Anforderungen der Nutzer abzuleiten, wurde eine quantitative Befragung von 117 der 500 Netzärzte (Dünnebeil et al. 2010a; Dünnebeil et al. 2010b; Dünnebeil et al. 2012c) durchgeführt. Ferner wurden qualitative Interviews mit drei Hausärzten, zwei Fachärzten und dem gesamten Vorstand des Praxisnetzes GO IN e.V. und Vertretern einer großen regionalen Krankenkasse geführt. Darin wurden übergreifende Anforderungen für MWA abgeleitet, die die Basis für die zu entwickelnde Referenzarchitektur bilden und fachliche Anwendungsfälle

<sup>1</sup> Die Unterteilung einer Architektur in Komponenten und die Definition ihrer Beziehungen wird in Kapitel 5.2 vorgestellt.

mit Nutzenpotentialen identifizieren. In Anlehnung an die Rahmenbedingungen, die in Kapitel 1 beschrieben wurden, wird in der Folge ein identifizierter Anwendungsfall, der durch die Verfügbarkeit der TI, die Kooperation in Ärzteverbänden und Vergütungsmechanismen auf Basis §140 der SGB5 ermöglicht (Dünnebeil/Leimeister/Krcmar 2012b), beschrieben und implementiert (Vgl. Abbildung 3). In der vorliegenden Dissertation wurde die elektronische Koordination von Terminen und Überweisungen (Dünnebeil et al. 2011c), das Management von Hilfsmittelverordnungen (Dünnebeil et al. 2011d) und Telemonitoring von Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz (Dünnebeil/Leimeister/Krcmar 2012b) gewählt. Der theoretische Beitrag der Referenzarchitektur ist nach (Gregor 2006) eine Theorie für das Design eines medizinischen IS. Die abgeleitete Referenzarchitektur (Dünnebeil et al. 2013) reiht sich damit in die Beiträge zum Software Engineering ein, die in diesem Zusammenhang Systementwicklungsansätze untersuchen. Die Verifikation der Architektur, die beschriebenen MWA, stellten Prototypen von telematikbasierten MWA dar, die Anforderungen von Ärzten auf Basis der technischen Infrastruktur der TI umsetzten, wie es in (Hevner/March/Park 2004) gefordert wird. Die Abhandlungen folgen nach der Einordnung von (Wilde/Hess 2007) einem konstruktionsorientierten Ansatz unter Anwendung von Prototyping. Im Sinne der Ausführungen von Lee untersucht die Dissertation ferner die Interaktion des ambulanten Gesundheitswesens, welches ein soziales System darstellt, und der entstehenden Gesundheitstelematik, dem entsprechenden technischen Gegenpart. Es wird entsprechend erst das soziale System beschrieben, bevor die technische Lösung eingeführt wird (Lee/Kim 2001). In der vorliegenden Dissertation werden die aufgeführten Beiträge des Autors, die im Rahmen der Forschung bereits zur externen Qualitätssicherung veröffentlicht wurden, in einen Gesamtzusammenhang gebracht, mit Hintergrundinformationen aufbereitet und in einen breiteren Kontext eingeordnet. Die Dissertation weist daher in Teilen einen kumulativen Charakter auf, stellt jedoch erstmals eine umfassende Ausarbeitung zum Thema telematikbasierter MWA im deutschen Gesundheitswesen zur Verfügung. Die Erkenntnisse der vorliegenden Dissertation bauen in Teilen auf Vorarbeiten des Lehrstuhls zur Struktur (Wilczek 2008) und Konstruktion (Schweiger 2007) aktiver digitaler Dokumente zur Kooperation Krankenhäusern und der serviceorientierten Integration von Medizingeräten im stationären Umfeld (Mauro 2012) auf. Der Fokus der Dissertation erweitert die Vorarbeiten um den Aspekt der digitalen Kooperation in der ambulanten Versorgung, die ohne zentrale Speicherung von Patientendaten auskommt, Dienste der deutschen Gesundheitstelematik zur Standardisierung einbindet und Geschäftsmodelle für die Anwendungen bereitstellt.

### 1.3.2 Forschungsfragen

Basierend auf den vorherigen Ausführungen wird die Dissertation in drei Forschungsfragen unterteilt, die jeweils logische Einheiten bilden und sich an mit drei wesentlichen Bereichen der gestaltungsorientierten Forschung, der Erhebung der Anforderungen, der Entwicklung und der Evaluierung der Artefakte befassen (Hevner/March/Park 2004).

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. <i>Welche Anforderungen ergeben sich an den Einsatz telematikbasierter Mehrwertanwendungen im Umfeld eines deutschen Praxisnetzes?</i></li></ol> |
|---|

In der ersten Forschungsfrage werden die informationslogistischen Anforderungen des Praxisnetzes untersucht, die sich bei der Kooperation von Leistungserbringern im Rahmen integrierter Versorgungskonzepte ergeben. Dieser Abschnitt der Dissertation unterteilt sich in eine funktionale Anforderungsanalyse, die jeweils im Kontext der zu entwickelnden MWA durchgeführt wird und den medizinischen, ökonomischen und administrativen Rahmenbedingungen der Anwendung fokussieren. Die übergreifenden Anforderungen, die im aller MWA Gesundheitswesen von Bedeutung sind, wie gesetzliche, sicherheitsrelevante und technische Standards, werden zusätzlich erhoben.

2. *Welche modulare Software-Architektur ist geeignet, um die erhobenen Anforderungen auf Basis der deutschen Telematikinfrastruktur in einem Praxisnetz umzusetzen?*

Die zweite Forschungsfrage soll dem Leser die konzeptionelle Sicht (Paul et al. 1996) auf die Software-Architektur ermöglichen. Der Stand der Wissenschaft bezüglich Software-Architekturen im Gesundheitswesen wird aus der Literatur abgeleitet, ein passendes Architekturmuster identifiziert, was sich für die Referenzarchitektur eignet und die übergreifenden Anforderungen und die gesetzlichen Bedingungen strukturieren kann.

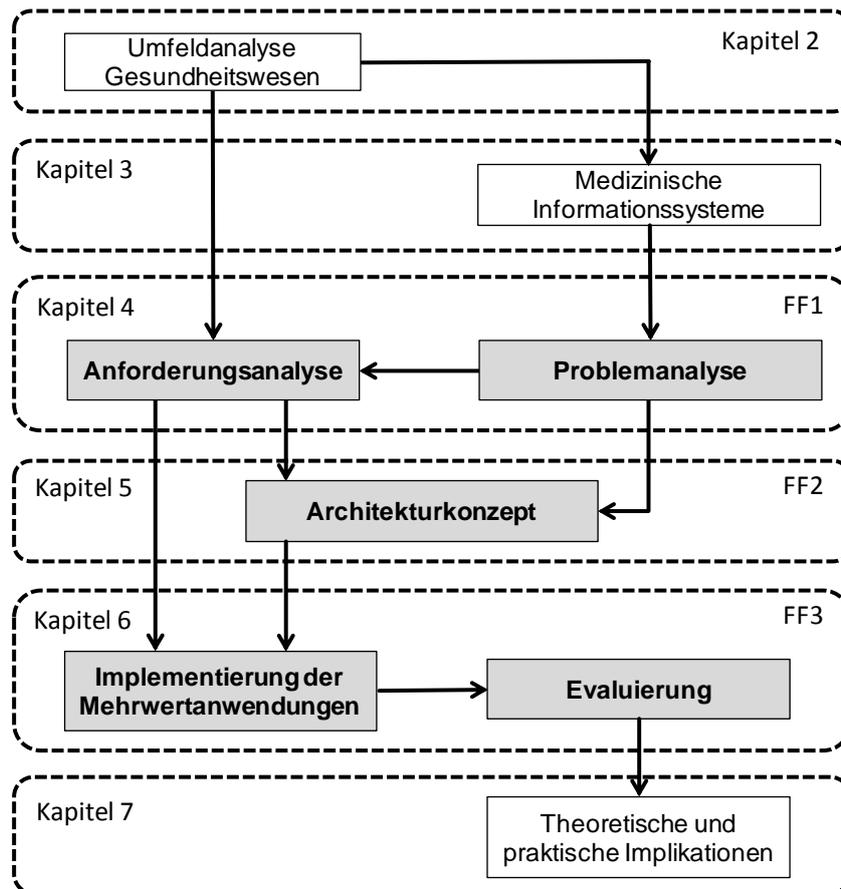
3. *Welche Implikationen ergeben sich aus der Implementierung und Evaluierung von Mehrwertanwendungen, die auf Basis der Architekturempfehlung umgesetzt wurden?*

In der dritten Forschungsfrage soll eine modulare Sicht auf die Architektur (Paul et al. 1996) erarbeitet werden. Der Fokus liegt hier auf der Modellierung der Module und darauf, wie die abstrakten Konzepte der zweiten Forschungsfrage in konkrete Softwaremodule überführt werden können. Es erfolgt eine Instanziierung der Architektur für die drei beschriebenen MWA, wobei die Komponenten erst modelliert und dann implementiert werden. Für die Evaluierung werden die Komponenten Funktionstests unterzogen und die Szenarien, die im Zuge der Anforderungsanalyse aufgestellt wurden, durchgespielt.

### 1.3.3 Aufbau der Arbeit

Die Dissertation wird in sechs Kapitel gegliedert und folgt der in Abbildung 6 dargestellten Logik. Die Entwicklung eines Artefakts oder Prototyps beginnt in der Regel mit einer Beschreibung des Nutzungskontextes. Dafür wird in Kapitel 2 zunächst eine Umfeldanalyse vorgenommen werden, um die Interaktionen zwischen den Interessensgruppen, den Softwaresystemen und der Umwelt zu erfassen (Dey/Abowd/Salber 2001). Der fachliche Einstieg verdeutlicht den Aufbau des deutschen Gesundheitswesens, beschreibt grundlegende, organisationsübergreifende Prozesse der ambulanten Gesundheitsversorgung in Deutschland, stellt die Aufgabe von Praxisnetzen dar und geht auf Transitionen ein, die sich im Zuge der Integrierten Versorgung ergeben. Um dem Leser ein Grundverständnis für die technische Ebene zu geben, werden in Kapitel 3 die Grundlagen von Informationssystemen im Gesundheitswesen eingeführt. Es wird der Telematikinfrastruktur besondere Bedeutung beigemessen. In Kapitel 4, 5 und 6 wird jeweils eine der aufgeführten Forschungsfragen behandelt. Die Anforderungsanalyse in Forschungsfrage 1 greift dabei Probleme auf, die sich

aus der gegenwärtigen Nutzung von medizinischen Informationssystemen ergeben. Das Architekturkonzept wird in Forschungsfrage 2 entwickelt. Einerseits, um die übergreifenden Anforderungen zu verarbeiten und, andererseits, um die Probleme, die sich gegenwärtig im Forschungsfeld ergeben, auf Architekturebene zu adressieren. Die Implementierung und Evaluierung der Anwendungen in Forschungsfrage 3 greift die funktionalen Anforderungen des Praxisnetzes auf und bietet die Basis für die Bewertung der Ergebnisse in Kapitel 6.6. Abbildung 6 bereitet die Konzeption der Dissertation in einer Übersicht auf.



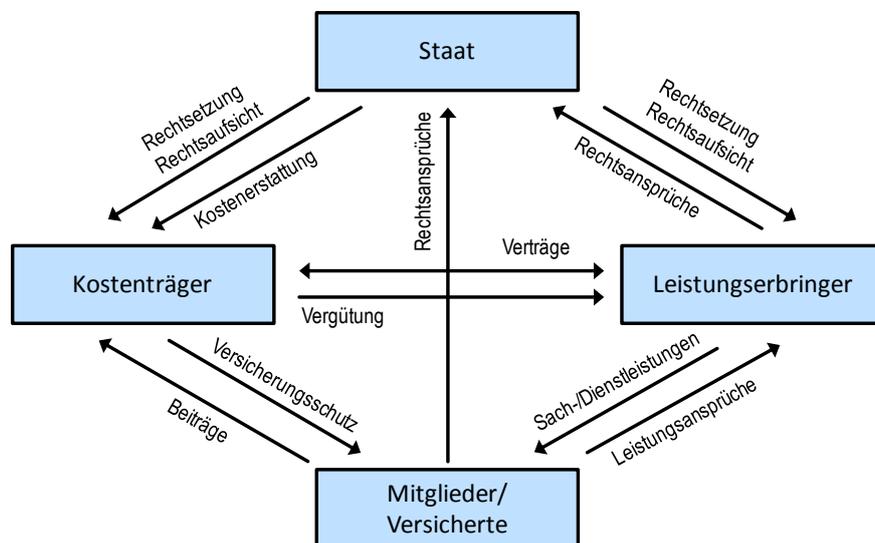
**Abbildung 6 – Konzeption der Dissertation**

*Quelle: Eigene Darstellung*

## 2 Betrachtung des deutschen Gesundheitswesens

### 2.1 Struktur des Gesundheitswesens

Das deutsche Grundgesetz begründet im Sozialstaatsprinzip des Artikels 2 Absatz 2 die Pflicht des Staates, für eine gerechte Sozialversorgung seiner Bürger zu sorgen (BRD 1949). Die Gesundheitsvorsorge wird zwar verfassungsrechtlich nicht explizit im Grundgesetz ausgeführt, das Bundesverfassungsgericht geht jedoch in mehreren Entscheidungen davon aus, dass in Deutschland ein Grundrecht auf den Schutz der Gesundheit existiert (Pestalozza 2007). Im Falle einer Erkrankung wird die Behandlung der Patienten aus den Mitteln der deutschen Solidargemeinschaft finanziert. Die Gesundheitsversorgung wird nicht durch konkrete Hilfsleistungen erbracht, sondern aus einem solidarischen Fond finanziert, der Mittel der gesunden Bürger im Bedarfsfall für die medizinische Versorgung Kranker ausschüttet (Simon 2007). Die gesetzlichen Ansprüche der Bürger auf Gesundheitsdienstleistungen werden im SGB<sup>5</sup> konkret ausgeführt. Der Staat muss die Erfüllung der Verpflichtung zur Gesundheitsvorsorge nicht selber wahrnehmen, er kann diese Aufgaben auch an andere Institutionen weiterdelegieren (Döring/Paul 2010). Dafür sind im deutschen Gesundheitssystem Leistungserbringer, als Anbieter von gesetzlich garantierten Gesundheitsdienstleistungen, und gesetzliche Krankenkassen, als Kostenträgern dieser Gesundheitsdienstleistungen, vorgesehen (Abbildung 7).



**Abbildung 7 – Die Grundstruktur des deutschen Gesundheitssystems**

Quelle: (Simon 2007, 101)

Das zuständige deutsche Ministerium, das Bundesministerium für Gesundheit (BMG), hat die Zuständigkeit entsprechend an ein zentrales Entscheidungsgremium der gemeinsamen

<sup>2</sup> Alle in der Dissertation referenzierten Paragraphen des SGB5 können unter [http://www.gesetze-im-internet.de/sgeb\\_5/](http://www.gesetze-im-internet.de/sgeb_5/) eingesehen werden, zugegriffen am 21.07.2012

Selbstverwaltung zur Steuerung der medizinischen Versorgung übergeben. Dieses Gremium, der sogenannte gemeinsame Bundesausschuss (G-BA), setzt gesetzliche Vorgaben aus dem Ministerium in konkrete Verordnungen um, die für alle Akteure im Gesundheitswesen bindend sind. Das Gremium ist paritätisch mit Vertretern der Leistungserbringer und Vertretern der gesetzlichen Krankenkassen besetzt. Der G-BA besteht aus 10 ständigen Vertretern der folgenden Spitzenverbände (BMG 2011b):

- 5 Mitglieder Spitzenverbände Bund der Krankenkassen
- 3 Mitglieder der Kassen(zahn)ärztlichen Bundesvereinigung (KBV)
- 2 Mitglieder der Deutschen Krankenhausgesellschaft

Ferner gibt es drei unabhängige Mitglieder, die im Konsens von den Spitzenverbänden ernannt oder durch das BMG bestimmt werden. Gibt es keine Einigkeit zwischen den Verbänden, entscheiden diese Personen über die Ausgestaltung der Verordnungen. Zusätzlich gehören dem G-BA fünf Vertreter von akkreditierten Patientenverbänden an. Sie sind nicht stimmberechtigt und nehmen nur beratend an den Sitzungen teil (Meinhardt/Plamper/Brunner 2009).

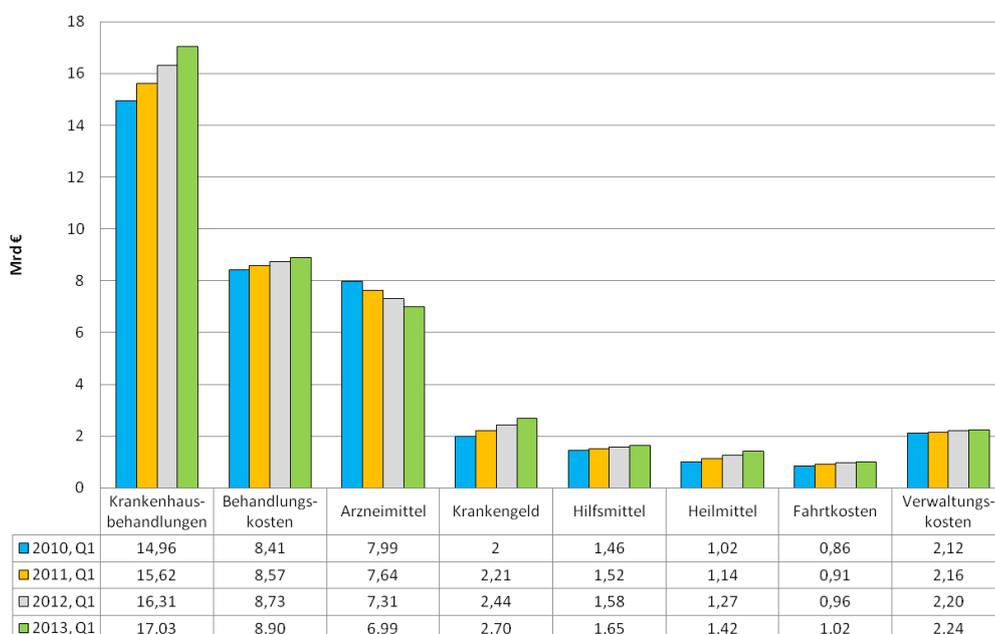
Alle vertretenen Gruppen sind Körperschaften des öffentlichen Rechts. Sie erfüllen die ihnen gesetzlich zugewiesenen Aufgaben im Rahmen der geltenden Gesetze eigenverantwortlich. Sie unterliegen jedoch staatlicher Rechtsaufsicht durch das BMG. Dieses Selbstverwaltungsprinzip des deutschen Gesundheitswesens soll bewirken, dass Entscheidungen zwischen den Betroffenen selbst, möglichst im Einklang, getroffen werden, um einen Interessensausgleich zu erzielen. So handeln die Spitzenverbände Krankenkassen und die Deutsche Krankenhausgesellschaft die Vergütung von stationären Leistungen aus, ohne dass darauf direkt durch die Exekutive des Staates Einfluss genommen wird. Die Leistungen im ambulanten Bereich werden durch die gesetzlichen Krankenkassen und die KBV ausgehandelt. Der G-BA beschließt den Leistungskatalog, der von den Leistungserbringern angeboten und aus den Mitteln der Krankenkassen finanziert wird (Simon 2007). Damit ist der überwiegende Teil der gesetzlichen Leistungen durch den Staat garantiert und damit fester Bestandteil der sektoralen Versorgung (Vgl. Abbildung 4)

Um die gesetzlich finanzierten Leistungen bereitzustellen, entstand eine umfassende Dienstleistungsbranche. Diese beschäftigte im Jahr 2010 ca. 4,8 Millionen Menschen (Destatis 2011). Das Gesundheitswesen war 2010 mit einem Umsatz von 287,3 Mrd. Euro die größte Dienstleistungsbranche in Deutschland (Destatis 2012). Die staatlichen Aufwendungen für Gesundheitsleistungen lagen 2010 bei 11,6% des Bruttoinlandsproduktes (BIP), mit weiter steigender Tendenz. Chronische Krankheiten waren dabei für den Großteil der Kosten verantwortlich (Destatis 2012). Das Leistungsvolumen wird aus solidarischen Mitgliedsbeiträgen von Arbeitnehmern, Arbeitgebern und Steuermitteln finanziert, die in einen Gesundheitsfond fließen. Die Mittel des Fonds werden z.B. über kassenärztliche

Vereinigungen an Leistungserbringer, z.B. Ärzte, Zahnärzte oder Physiotherapeuten, gezahlt (Lisac et al. 2010). Für den Bereich der Gesundheitsvorsorge, der durch Beiträge und Steuern finanziert wird, hat sich der Begriff des Ersten Gesundheitsmarkts etabliert. Daneben existiert ein Bereich, der aus privaten Mitteln der Patienten oder Aufwendungen von Arbeitgebern finanziert wird. Dieser Bereich wird als *Zweiter Gesundheitsmarkt* bezeichnet, es besteht kein Rechtsanspruch auf Leistungen für die Versicherten der gesetzlichen Krankenversicherungen (Simon 2007).

### 2.1.1 Der Erste Gesundheitsmarkt

Der erste Gesundheitsmarkt hatte 2010 ein Volumen von 223 Mrd. Euro, wobei über 165 Mrd. Euro auf die gesetzlichen Krankenkassen entfielen (Destatis 2012). Laut Zahlen der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) werden in Deutschland 75% aller Umsätze der Gesundheitsbranche im ersten Gesundheitsmarkt getätigt (OECD 2010). Die Ausgaben im Ersten Gesundheitsmarkt belaufen sich im Durchschnitt auf 3.510 Euro pro Patient (Destatis 2012). Leistungserbringer rechnen ihre Leistungen nach dem standardisierten Leistungskatalog ab, der im Bundesmantelvertrag von den Mitgliedern des G-BA festgelegt wurde. So wird eine Krankenhausbehandlung nach einer diagnosegestützten Fallpauschale, eine ambulante Behandlung nach einem einheitlichen Punktwert und ein Hilfsmittel nach einem übergreifenden Hilfsmittelkatalog vergütet (Roeder/Hensen 2008). Abbildung 8 zeigt die Quartalsausgaben der gesetzlichen Krankenkassen für die einzelnen Bereiche des ersten Gesundheitsmarkts.



**Abbildung 8 – Ausgaben der GKV in Deutschland 2010-2013\***

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (BMG 2011a), 2012 und 2013 geschätzt

Der deutsche Gesundheitsfond, der aus einheitlichen Beiträgen von Arbeitgebern, Arbeitnehmern und Steuerzuschüssen gespeist wird, zahlt einen Pauschalbetrag pro Versichertem an die Krankenversicherungen, um diese Ausgaben zu decken (Abbildung 9). Die Krankenkassen können von den Versicherten einen Zusatzbeitrag erheben, wenn die Mittel aus dem Gesundheitsfond nicht ausreichen oder Überschüsse direkt an die Versicherten zurückzahlen, wenn sie die bereitgestellten Mittel nicht aufbrauchen (Lisac et al. 2010). Der Zusatzbeitrag und der Leistungskatalog sind die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale der gesetzlichen Krankenversicherungen. Leistungen, die nicht Teil der Regelversorgung sind und im Rahmen der Integrierten Versorgung angeboten werden, gehören auch zum *Ersten Gesundheitsmarkt*. Sie machten 2007 allerdings nur ein Volumen von ca. 0,5% der Ausgaben der gesetzlichen Krankenkassen aus (Ärztezeitung 2009). Die Bereiche, die von den gesetzlichen Krankenkassen im Rahmen der medizinischen Regelversorgung vergütet werden, werden nachfolgend kurz erläutert.

### 2.1.1.1 Ambulante Behandlungen

Eine grundlegende Säule des deutschen Gesundheitswesens ist die ambulante Versorgung. Die Behandlung in Haus- oder Facharztpraxen, Medizinischen Versorgungszentren (MVZ) oder Polikliniken erfolgt, ohne dass Patienten dazu stationär aufgenommen werden (Simon 2007). Der Bereich der ambulanten Versorgung stellt den Fokus dieser Arbeit dar, da sich die Kooperation im Rahmen der Forschung auf die Zusammenarbeit mit dem Praxisnetz GO IN fokussierte, das niedergelassene Ärzte repräsentiert. Im Fall von Fach- und Hausarztpraxen spricht man von niedergelassenen Ärzten, die, nach der Approbation als Arzt, freiberuflich ambulante medizinische Leistungen anbieten und abrechnen können. Nachdem Ärzte die Weiterbildung zum Facharzt absolviert haben, können sie eine Kassenzulassung beantragen, um Leistungen mit den gesetzlichen Krankenkassen über die Kassenärztlichen Vereinigung (KV) abrechnen zu können. Mit 138,2 Mrd. Euro wurde 2010 fast die Hälfte der Gesundheitsausgaben für Leistungen ambulanter Einrichtungen aufgewendet (Destatis 2012). Tabelle 1 fasst die wichtigsten Kennzahlen des ambulanten Gesundheitswesens zusammen.

**Tabelle 1 – Wichtige Zahlen der ambulanten ärztlichen Versorgung**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Indikatoren	Kennzahlen
Anzahl niedergelassene Ärzte in Deutschland (KBV 2010)	138.300
Jahresumsatz kumuliert (Behandlungsumsatz) (Destatis 2012)	43,1 Mrd. Euro
Durchschnittlicher Jahresumsatz pro Arzt	311.641 Euro
Installationen von AIS zur ADT Abrechnung (KBV 2011)	116.895
Geschätzte Jahresausgaben für Software pro Arzt (TURBOMED 2012)	~ 800 Euro
Anteil der IT Ausgaben am Umsatz der Arztpraxis	< 0,3%

Im ambulanten Gesundheitswesen praktizieren gegenwärtig knapp 140.000 niedergelassene Ärzte. Der Jahresumsatz der Praxen beläuft sich pro Jahr auf 43,1 Mrd. Euro, was einen durchschnittlichen Umsatz von ca. 500.000 Euro pro Arztpraxis darstellt. Dieser Umsatz setzt sich aus gesetzlichen Behandlungskosten von ca. 34 Mrd. Euro im Ersten Gesundheitsmarkt (vgl. Abbildung 1) und Zusatzverdiensten, die im Rahmen von Direktverträgen zwischen Fach- und Hausarztverbänden und Krankenversicherungen erzielt werden können, zusammen. Zusätzlich können niedergelassene Ärzte noch Individuelle Gesundheitsdienstleistungen (IGeL) anbieten, die im Zweiten Gesundheitsmarkt anzusiedeln sind und von den Patienten oder privaten Krankenkassen gezahlt werden. Das durchschnittliche Alter der Ärzte lag bei gut 52 Jahren (Tabelle 2), es existieren Einzelpraxen und Großpraxen mit bis zu 10 Mitarbeitern (Dünnebeil et al. 2012c).

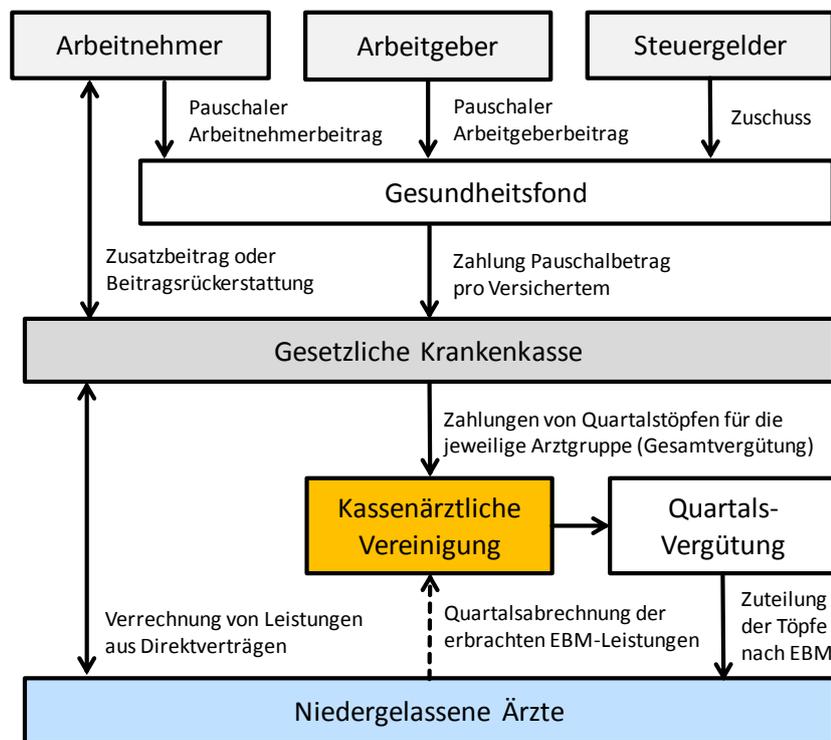
**Tabelle 2 – Strukturelle Daten deutscher Arztpraxen**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2012c)

<b>GO IN: N=117</b> <b>Deutschland: N=137500</b>	<b>GO IN</b>	<b>Deutschland</b>
Alter	<b>49.7</b>	<b>52.2</b>
Geschlecht (1=weiblich, 2=männlich)	<b>1.70</b>	<b>1.61</b>
Spezialisierung ( 1=Hausarzt, 2=Facharzt)	<b>1.59</b>	<b>1.56</b>
Anzahl der Ärzte in einer Praxis	<b>2.1</b>	<b>1.6</b>
Patientenkonsultationen pro Arzt und Tag	<b>46.5</b>	<b>NV</b>
Praxisbesucher pro Tag	<b>86.1</b>	<b>NV</b>
Zeit, die Ärzte pro Tag im direkten Patientenkontakt verbringen (Stunden)	<b>7.4</b>	<b>NV</b>
Anzahl der Praxismitarbeiter	<b>4.5</b>	<b>NV</b>

Eine Praxis wird im Durchschnitt von 1,6 Ärzten geführt, Arztpraxen im Praxisnetz GO IN beschäftigen zusätzlich noch 4,5 Praxishelfer. Der Markt für Praxissoftware hat ein Volumen von gut 100 Mio. Euro, was einem Anteil von 0,3% des Umsatzes der Praxen entspricht und unter den Aufwendungen für Informationstechnologie in anderen vergleichbaren Dienstleistungsbranchen liegt (Feuerhake/Bundil 2007). Generell finden sich unter niedergelassenen Ärzten sehr heterogene Arbeitsabläufe. Plastische Chirurgen oder Psychiater behandeln nur ca. 10 Patienten pro Tag, während Dermatologen täglich auf bis zu 120 Patientenkonsultationen kommen (Dünnebeil et al. 2012c). Dies lässt auf sehr unterschiedliche Arbeitsumstände in den Facharztpraxen schließen. Darüber hinaus existiert die ambulante Pflege, die von Pflegediensten oder Sozialstationen angeboten wird. Sie erfolgt

zu Lasten der Gesetzlichen Kranken- oder Pflegeversicherung und muss durch den behandelnden Arzt angefordert werden (Roeder/Hensen 2008). Auch die Ausgabe von Medikamenten, sanitären und orthopädischen Hilfsmitteln, Heilmitteln wird durch niedergelassene Ärzte mit Kassenzulassung verordnet (Vgl. Tabelle 3).



**Abbildung 9 – Finanzierung des deutschen Gesundheitswesens**

Quelle: (Dünnebeil/Leimeister/Krcmar 2012b)

Der einheitliche Bewertungsmaßstab (EBM) bestimmt den Inhalt der abrechnungsfähigen Leistungen und ihr wertmäßiges, in Punkten ausgedrücktes Verhältnis zueinander. Eine Finanzierung telemedizinischer Anwendung nach dieser Methode setzt eine direkte Finanzierung durch entweder einen Posten als EBM oder in einem Direktvertrag zwischen Krankenkassen und Leistungserbringern voraus. Ferner existieren Hausarztverträge, die eine direkte Verrechnung von Leistungen zwischen den Krankenkassen und den Leistungserbringern ermöglichen (Dünnebeil/Leimeister/Krcmar 2012b).

### 2.1.1.2 Krankenhausbehandlungen

Krankenhäuser stellen nach §2 des Krankenhausfinanzierungsgesetzes (KHG) „Einrichtungen, in denen durch ärztliche und pflegerische Hilfeleistung Krankheiten, Leiden oder Körperschäden festgestellt, geheilt oder gelindert werden sollen oder Geburtshilfe geleistet wird und in denen die zu versorgenden Personen untergebracht und verpflegt werden können“. Im Jahr 2009 wurden nach (Osterloh 2010) 17,8 Millionen Patienten im Krankenhaus stationär behandelt. In Deutschland wurden diese Behandlungen im gleichen

Zeitraum in 2.080 Häusern, mit insgesamt 503.422 Betten erbracht. Die Krankenhäuser werden zu etwa gleichen Teilen von öffentlichen, gemeinnützigen oder privaten Trägern betrieben, wobei die öffentlichen Krankenhäuser etwa die Hälfte aller Betten stellen. Mit Ausnahme von Notfallbehandlungen, muss auch eine stationäre Behandlung in einem Krankenhaus durch einen niedergelassenen Arzt verordnet werden. Die Krankenhäuser müssen die Verordnung der Krankenhauseinweisungen bei den Krankenkassen einreichen, um ihre Behandlungskosten geltend machen zu können. Abgerechnet werden die Krankenhauskosten auf Basis einer *Diagnosis Related Group* (DRG), die für die Behandlungskosten einen Festbetrag zahlt, der für eine Einlieferungsdiagnose festgesetzt wurde (Lungen/Lapsley 2003).

### 2.1.1.3 Arzneimittel

Im Rahmen der Medikation können pharmazeutische Wirkstoffe eingesetzt werden, um Krankheiten vorzubeugen oder zu heilen bzw. Symptome wie Schmerzen zu lindern. Die Ansprüche auf Versorgung der Versicherten mit pharmazeutischen Produkten werden in den §31-35 des SGB5 geregelt, das Arzneimittelgesetz (AMG) schafft den rechtlichen Rahmen für die Herstellung, Zulassung, Abgabe und Überwachung der Arzneimittelversorgung (Simon 2007, 224). Arzneimittel werden in vier Gruppen unterteilt: (1) Freiverkäufliche Arzneimittel dürfen im Einzelhandel verkauft werden. Sie werden nicht von der Krankenkasse erstattet und sind so im Bereich des Zweiten Gesundheitsmarkts anzusiedeln. (2) Apothekenpflichtige Arzneimittel dürfen nur in Apotheken ausgehändigt werden. Sie können dort frei an Kunden verkauft werden oder gegen Vorlage einer Verordnung auf Kosten der Krankenkasse ausgegeben werden. Apothekenpflichtige Arzneimittel gehören somit dem Ersten und dem Zweiten Gesundheitsmarkt an. (3) Verschreibungspflichtige Arzneimittel dürfen nur gegen Vorlage einer Verordnung durch einen Arzt ausgegeben werden. Die meisten dieser Präparate sind im Bereich des ersten Gesundheitsmarkts angesiedelt, es gibt jedoch auch Arzneimittel, die nicht von den Krankenkassen erstattet werden, wie etwa die Anti Baby Pille. (4) Betäubungsmittel dürfen nur in speziellen Institutionen nach Genehmigung und in Verbindung mit einer vorgeschriebenen Dokumentation ausgegeben werden. Alle Arzneimittel bedürfen in Deutschland einer Zulassung, bevor sie in Umlauf gebracht werden können. Im Rahmen der Zulassung muss nach §1 des AMG die Qualität, Wirksamkeit und Unbedenklichkeit dieser Präparate gewährleistet werden (Herkner/Müllner 2011).

### 2.1.1.4 Hilfsmittel

Hilfsmittel bezeichnen im deutschen Gesundheitswesen nach §33 des SGB5 alle medizinischen Produkte, die Patienten auf nichtmedikamentöser Basis bei der Genesung oder der Linderung ihrer Symptome helfen (BRD 2004). Dazu gehören beispielsweise Bandagen, Prothesen, Einlagen, Gehhilfen oder Krankenpflegeartikel. Krankenkassen zahlen für die jeweiligen Artikel an die Lieferanten eine feste Pauschale, die von den Spitzenverbänden der Krankenkassen für definierte Artikelgruppen festgelegt wird (BRD 2004). Die Ausgaben der gesetzlichen Krankenkassen für Hilfsmittel beliefen sich im Jahr 2010 auf ca. 6 Mrd. Euro,

was ca. 3% der Ausgaben im ersten Gesundheitsmarkt ausmachte (BMG 2011a). Der Markt an standardisierten Hilfsmitteln beläuft sich demnach auf ca. 4,5 Mrd. Euro pro Jahr.

#### *2.1.1.5 Heilmittel*

Heilmittel bezeichnen im deutschen Gesundheitswesen nach §30 des SGB5 „[...] alle ärztlich verordneten Dienstleistungen, die einem Heilzweck dienen oder einen Heilerfolg sichern und nur von entsprechend ausgebildeten Personen erbracht werden dürfen. Hierzu gehören insbesondere Maßnahmen der physikalischen Therapie sowie der Sprach- und Beschäftigungstherapie“ (SGB5 §32). Es gibt einen Anspruch der Versicherten auf die Versorgung mit Heilmitteln, wenn der entsprechende Vertragsarzt die Notwendigkeit erkennt und die Leistung verordnet.

#### *2.1.1.6 Fahrtkosten*

Die Krankenkassen übernehmen in notwendigen Fällen die Kosten für den Transport von Patienten in stationäre oder ambulante Einrichtungen. Rettungsfahrten mit entsprechender medizinischer Betreuung in einem Krankenwagen, werden in jedem Fall erstattet, wenn ein Notfall vorliegt. Die Kostenerstattung aller Fahrten, in denen kein medizinischer Notfall eintritt, müssen vor Antritt der Fahrt von den Krankenkassen genehmigt werden. So werden die Fahrten von chronisch kranken Patienten erstattet, wenn Patienten bspw. Chemotherapie, Bluttransfusionen oder Dialysen, benötigen, um ihren Gesundheitszustand zu stabilisieren. Auch Schwerbehinderte haben Anspruch auf den Transport zu medizinischen Einrichtungen, wenn sie diesen nicht eigenständig bewerkstelligen können (BMG 2012).

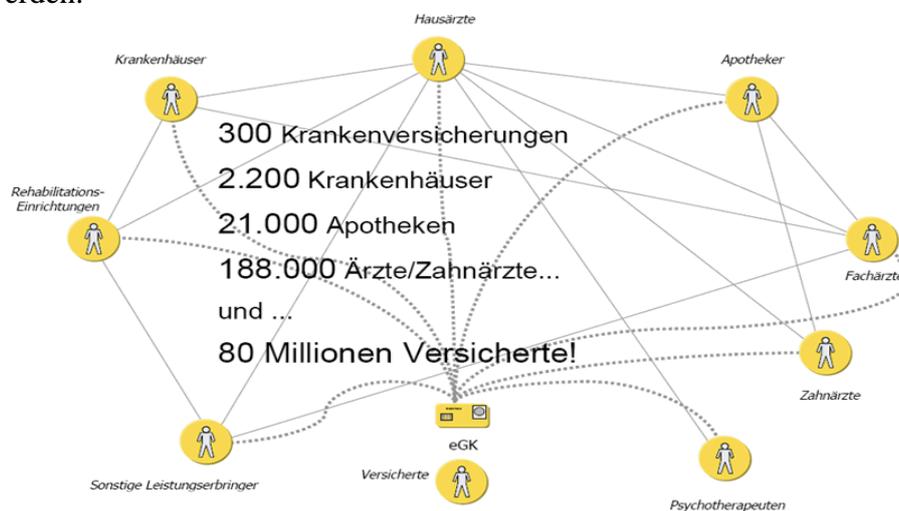
### 2.1.2 Der Zweite Gesundheitsmarkt

Der Zweite Gesundheitsmarkt speist sich aus direkter Nachfrage von Patienten, die nicht durch die Krankenkassen gedeckt wird. Der zweite Gesundheitsmarkt hatte 2010 ein Volumen von 64 Mrd. € (KBV 2010). Dieser umfasst Dienstleistungen, Geräte, Software oder Medikamente, die nicht von den Krankenkassen bezahlt werden. In Deutschland werden pro Person ca. 800 € (OECD 2010) im zweiten Gesundheitsmarkt aufgewendet.

Der zweite Gesundheitsmarkt ist für innovative Lösungen, wie IT Dienstleistungen und medizinische Geräte, jedoch nur im eingeschränkten Maß tragbar. Patienten müsste sowohl die Infrastruktur, die Sensoren, die Softwarekomponenten als auch die Arbeitszeit des Arztes finanzieren. Da Patienten die Notwendigkeit von Behandlungen oft nicht beurteilen können, ist von einer eigenständigen Finanzierung solcher Dienstleistungen nicht in der Breite auszugehen. Entsprechende Angebote existieren bereits, werden aber nicht umfassend angenommen (European Commission 2007). Anbieter, wie die Pharmaindustrie, tendieren zur Maximierung der Gewinnspanne, je nach Gesundheitsstatus des Patienten (Müller/Schwalm 2009). Die Vorteile werden gegenwärtig für Patienten monetär nicht honoriert.

## 2.2 Institutionsübergreifende Prozesse im deutschen Gesundheitswesen

In diesem Kapitel werden wichtige Verordnungsprozesse im ambulanten Gesundheitswesen, die Kommunikationsmuster zwischen den Stakeholdern abbilden, eingeführt. Die Verordnung von Dienstleistungen oder Produkten wird im ambulanten Gesundheitswesen gegenwärtig durch standardisierte Formulare vorgenommen. Diese werden von den Kassenärztlichen Vereinigungen oder den Spitzenverbänden der gesetzlichen Krankenkassen spezifiziert und zur Verfügung gestellt (KBV 2012). Sie bilden den operativen Rahmen für Administrations- und Abrechnungsprozesse im deutschen Gesundheitswesen, indem sie dem Empfänger die Ermächtigung erteilen einem Patienten ein Produkt- oder eine Dienstleistung auf Kosten der gesetzlichen Krankenkassen zur Verfügung zu stellen. Während viele Arbeiten die Kommunikationswege wie in Abbildung 10 nur in der Gesamtheit darstellen (vgl. (Simon 2007)) sollen im Rahmen dieser Dissertation einige Kommunikationswege detailliert beleuchtet werden.



**Abbildung 10 – Kommunikationswege im deutschen Gesundheitswesen**

Quelle: gematik (2008)

In Tabelle 3 werden die Teilnehmer an Behandlungsprozessen tabellarisch aufgelistet und die etablierten Kommunikationsmuster zwischen diesen Gruppen im Detail untersucht. Um die Kommunikationsbeziehungen zu erfassen, wurden die Formulare, die gegenwärtig im Gesundheitswesen zur intersektoralen Kommunikation im Umlauf sind (KBV 2012), strukturiert durchgearbeitet und der Verfasser (1. Spalte) und der Empfänger (1. Zeile) erfasst. Jedes Formular wurde daraufhin in eine Kommunikationsbeziehung eingeordnet. Der Vollständigkeit halber wurden auch nicht standardisierte Kommunikationsbeziehungen aufgenommen, wie die Kommunikation zwischen Patienten in Foren für chronisch Kranke (Leimeister/Ebner/Krcmar 2005). Eine Verordnung stellt in der Regel einen Auftrag des Verfassers an den Empfänger dar, etwa zur Analyse einer Laborprobe. Die Antwort des Empfängers an den Auftraggeber beinhaltet medizinische Befunde aus Laboren oder Arztbriefe aus Facharztpraxen, bei komplexen stationären Behandlungen den Entlassbrief eines Krankenhauses. Aus den Dokumenten werden Erkenntnisse für die weitere Behandlung abgeleitet (Schacherer et al. 2009).

**Tabelle 3 – Institutionsübergreifende Kommunikation im deutschen Gesundheitswesens***Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (KBV 2011b; BMG 2012)*

	Patienten	Hausarzt	Facharzt	Krankenhaus	Krankenkasse	Apotheke	Sanitätshaus	Labor
Patienten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patienten-Foren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termine</li> <li>• Anamnese</li> <li>• Vitaldaten<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termin</li> <li>• Anamnese</li> <li>• Vitaldaten</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonus-Programme</li> </ul>			
Hausarzt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patienten-Quittung</li> <li>• Rechnungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arztbrief</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überweisung<sup>4</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krankenhaus-Einweisung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DMP</li> <li>• Krankengeld</li> <li>• Verordnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verordnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verordnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proben</li> <li>• Verordnung</li> </ul>
Facharzt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patienten-Quittung</li> <li>• Rechnungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arztbrief</li> <li>• Befund</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arztbrief</li> <li>• Befund</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einweisung</li> <li>• Befund</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DMP</li> <li>• Krankengeld</li> <li>• Verordnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arzneimittel-Verordnung<sup>5</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hilfsmittel-Verordnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verordnung</li> <li>• Proben</li> </ul>
Krankenhaus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechnungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entlassbrief</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entlassbrief</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlegung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrechnung</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proben</li> </ul>
Reha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechnungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entlassbrief</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entlassbrief</li> </ul>					
Apotheke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechnungen</li> </ul>							
Sanitätshaus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechnungen</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrechnung</li> </ul>			
Labor		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befunde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befunde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befunde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrechnung</li> </ul>			
Krankenkasse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechnungen</li> <li>• eGK</li> </ul>							
KV		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADT</li> </ul>					

<sup>3</sup> Schwerpunkt der zweiten MWA (Vgl. Kapitel 4.4.2)<sup>4</sup> Schwerpunkt der ersten MWA (Vgl. Kapitel 4.4.1)<sup>5</sup> Schwerpunkt der dritten MWA (Vgl. Kapitel 4.4.3)

Die vorliegende Arbeit fokussiert sich auf drei Kommunikationsmuster, die in den Prozessen der heutigen ambulanten Versorgung etabliert sind. Aufgrund der Zusammenarbeit mit einem Ärztenetz wurden solche Prozesse ausgewählt, die in eine Arztpraxis involvieren:

1. Patienten/Versicherte → Hausarzt
2. Hausarzt → Facharzt
3. Hausarzt/Facharzt → Gesundheitsdienstleister

### 2.2.1 Kommunikation zwischen Patienten und Ärzten

Patienten erteilen dem Hausarzt die Autorisierung zur Behandlung, indem sie ihren Versicherungsnachweis an die Mitarbeiter der Arztpraxis übergeben und eine Praxisgebühr entrichten. Daraufhin haben Patienten das Recht die Behandlungen aus dem gesetzlichen Regelleistungskatalog von Hausärzten in Anspruch zu nehmen. Die Praxisgebühr muss einmal pro Quartal entrichtet werden, während dieser Zeit haben Patienten das Recht hausärztliche Leistungen in unbegrenztem Umfang zu nutzen. Dafür wird in der Regel ein Termin vereinbart, dem Arzt werden Informationen zur Anamnese mitgeteilt, z.B. auftretende Symptome oder Vitalparameter. Hausärzte nutzen diese Informationen, um eine angemessene Diagnose zu stellen, Patienten adäquat zu behandeln und zu informieren. Therapien werden nach medizinischen Standards dokumentieren und abgerechnet (Roeder/Hensen 2008).

### 2.2.2 Arzt – Arzt-Kommunikation

Für den Fall, dass ein Arzt die Diagnostik oder Therapie nicht im vollen Umfang ohne fremde Hilfe gewährleisten kann, muss er den Patienten an einen anderen Arzt oder ein Krankenhaus verweisen, um die weitere Behandlung sicherzustellen. Im Rahmen einer Verordnung muss der Arzt den Patienten autorisieren, damit dieser die Leistungen zur Weiterbehandlung auf Kosten der Krankenversicherung in Anspruch nehmen kann. Eine Verordnung, die die Weiterleitung an einen Kollegen ermöglicht, wird jedoch nicht direkt an einen Arzt adressiert. Patienten erhalten eine Verordnung, die auch eine minimale Fallbeschreibung enthalten sollte, und können diese nach eigenem Ermessen an den Arzt ihrer Wahl aushändigen. Dies stellt eine ungerichtete Kommunikation dar, der Adressat wird erst durch den Patienten gewählt. Der Hausarzt sollte hingegen den Stand seines Wissens, das im Rahmen der Behandlung des Krankheitsbildes notwendig ist, an die weiterbehandelnden Ärzte kommunizieren. Dafür wird die Krankengeschichte auf den Verordnungsformularen erfasst. Ferner können Patienten auch eine Krankheitsdokumentation anfordern und sie an den weiterbehandelnden Arzt übergeben. Diese Praxis ist jedoch nicht standardisiert, so fehlen bei Krankenhauseinweisungen oft wichtige Vorinformationen zu erfolgten Behandlungen oder Befunden, was zu Verzögerungen im Behandlungsablauf oder zu Doppeluntersuchungen führt (Reichert et al. 2000). Die Rückkommunikation der Behandlungsergebnisse, die dem Hausarzt zur Verfügung gestellt wird, kann hingegen eine gerichtete Kommunikation darstellen, da der vorher behandelnde Arzt im Fall der Weiterbehandlung bekannt ist. So können Arztbriefe direkt adressiert und an den Empfänger angepasst werden (Simon 2007).

### 2.2.2.1 Facharztüberweisung

Eine Facharztüberweisung dient im deutschen Gesundheitswesen dazu, Patienten die Berechtigung zu einem Facharztbesuch zu erteilen. Diese Genehmigung wird in der Regel durch einen Hausarzt erteilt. Im gegenwärtig gültigen Prozess stellt das Überweisungsformular damit eine ungerichtete Berechtigung zur Abrechnung einer Facharztleistung dar, die nach der Vereinbarung eines Facharzttermins durch den Patienten an den Facharzt übergeben wird. Patienten wählen folglich durch die Terminvereinbarung einen Empfänger, dem sie die medizinische Dokumentation zur Verfügung stellen. So wird aus der ungerichteten Kommunikation eine gerichtete.

### 2.2.2.2 Verordnung von Krankenhausbehandlung

Stellt ein niedergelassener Arzt die Notwendigkeit einer stationären Behandlung von Patienten fest, so kann er eine Krankenhausbehandlung verordnen. Ungefähr die Hälfte aller stationären Krankenhausaufenthalte erfolge nach der Einweisung durch einen Facharzt (Klauber 2004). Das Formular zur Genehmigung einer stationären Behandlung wird gegenwärtig in dreifacher Ausführung vom niedergelassenen Arzt bedruckt und signiert. Es gibt eine Ausfertigung für die Krankenkasse, eine für den Krankenhausarzt und einen Beleg für den niedergelassenen Arzt, der die Krankenhausbehandlung verordnet. Zwei Exemplare bekommen Patienten ausgehändigt, die sie bei der Aufnahme im Krankenhaus einreichen. Das Exemplar für den Krankenhausarzt ist vertraulich und dient dem Zweck der Übermittlung von medizinischen Daten. Das Formular sieht gegenwärtig Felder für Untersuchungsergebnisse, bisherige Maßnahmen (z.B. Medikation), Fragestellungen/Hinweisen (z.B. Allergien) und mitgegebenen Befunden vor. Das Exemplar für die Krankenkasse dient der Abrechnung der Leistung durch das Krankenhaus. Es bescheinigt die Autorisierung der Behandlung durch einen niedergelassenen Arzt und wird zur Verrechnung der Krankenhausbehandlung mit den Kostenträgern verwendet. Liegt das Formular nicht vor, so liegt die Erstattung der stationären Leistungen im Ermessen der Krankenkasse. Wird ein Patient in Folge eines Notfalls aufgenommen, so können die stationären Leistungen in jedem Fall im Rahmen der DRGs vergütet werden. Sucht ein Patient eine Klinik ohne Einweisung durch einen niedergelassenen Arzt auf, so spricht man von einer Selbsteinweisung. Die Entscheidung über eine Aufnahme obliegt in diesem Fall dem Krankenhaus. Die Anzahl der Selbsteinweisungen lag in der Vergangenheit bei ca. 25% (Klauber 2004).

### 2.2.3 Arzt – Gesundheitsdienstleister-Kommunikation

Befindet ein Arzt, dass ein Patient ein Arznei-, Hilfs-, oder Heilmittel benötigt, so kann er einen autorisierten Dienstleister, z.B. eine Apotheke oder einen Physiotherapeuten, autorisieren, Patienten diese Leistung zur Verfügung zu stellen. Das Kommunikationsmuster hat Ähnlichkeiten mit der Arzt-zu-Arzt Kommunikation, auch in diesem Fall entscheiden Patienten eigenständig, wo sie das Produkt beziehen oder die Behandlungsleistung in Anspruch nehmen.

### 2.2.3.1 Arzneimittelverordnung

Im niedergelassenen Bereich können Ärzte sowohl verschreibungspflichtige sowie frei verfügbare Arzneimittel verordnen, wenn sie die medizinische Notwendigkeit der Anwendung feststellen. Daher wird ein Verordnungsträger ausgefüllt und unterzeichnet. Patienten können die Verordnung in jeder beliebigen Apotheke einlösen. Als Höchstgrenze werden dabei Festbeträge für Medikamente festgelegt. Die Krankenkassen erstatten die Kosten eines verschreibungspflichtigen Präparates bis zu einer Obergrenze (Greß et al. 2009).

### 2.2.3.2 Verordnung von Hilfsmitteln

Hilfsmittel werden im deutschen Gesundheitssystem durch einen Vertragsarzt verschrieben und können von Patienten in Sanitätshäusern gegen Vorlage des Rezepts und einer Zuzahlung bezogen werden. Krankenkassen zahlen für die jeweiligen Artikel an die Lieferanten eine feste Pauschale, die von den Spitzenverbänden der Krankenkassen für definierte Artikelgruppen festgelegt wird (BRD 2004). Zur Verschreibung nutzen Ärzte ein Papierformular, das auch zur Verordnung von Medikamenten eingesetzt wird (KBV 2012). Das Verordnungsformular wird von der KV an Haus- und Fachärzte verschickt. Diese bedrucken oder beschreiben und signieren das Formular und übergeben es den Patienten, die die Verordnung dann, in der Regel persönlich, in einem Sanitätshaus oder einer Apotheke einlösen können. Nach den Angaben von (Diekmann 2005) bedürfen nur ca. 25 % der Hilfsmittel individueller Anpassung im Sanitätshaus, die restlichen 75 %, sogenannte standardisierten Hilfsmittel, können ohne persönlichen Kontakt an Patienten abgegeben werden.

### 2.2.4 Integrierte Versorgung

Zusätzlich zu den Gesundheitsdienstleistungen, die nicht im Rahmen der Regelversorgung angeboten werden, [...] können die Krankenkassen Verträge über eine verschiedene Leistungssektoren übergreifende Versorgung der Versicherten oder eine interdisziplinär-fachübergreifende Versorgung mit [...] Vertragspartnern abschließen (SGB5 §140a). Als Vertragspartner sind Träger zugelassener Krankenhäuser, Gemeinschaften von Leistungserbringern, pharmazeutische Unternehmen oder Hersteller von Medizinprodukten vorgesehen (SGB5 §140b). Dabei sind die „Ausgabenvolumen [...] entsprechend der Zahl und der Risikostruktur der an der integrierten Versorgung teilnehmenden Versicherten zu verringern (SGB5 §140d). Da integrierte Versorgungsleistungen keinen standardisierten Prozess im Rahmen der Regelversorgung abbilden, gibt es hier keine festgelegte Kommunikationsstruktur für die Erbringung, Kontrolle und Verrechnung der Leistungen. Verträge zur Integrierten Versorgung müssen vielmehr zwischen den Leistungserbringern und Vertragspartnern individuell ausgehandelt und dokumentiert werden<sup>6</sup>. In vielen medizinischen Bereichen wird die Ersetzung der sektoralen Regelversorgung durch integrierte Versorgungsverträge gefordert, da nur so eine differenzierte Behandlung auf Basis der wissenschaftlichen Erkenntnisse möglich sei (Silber 2006). Die Regeln der Integrierten

---

<sup>6</sup> Ein detaillierter Ausgestaltungsvorschlag wird im Kapitel 4.3.4erläutert.

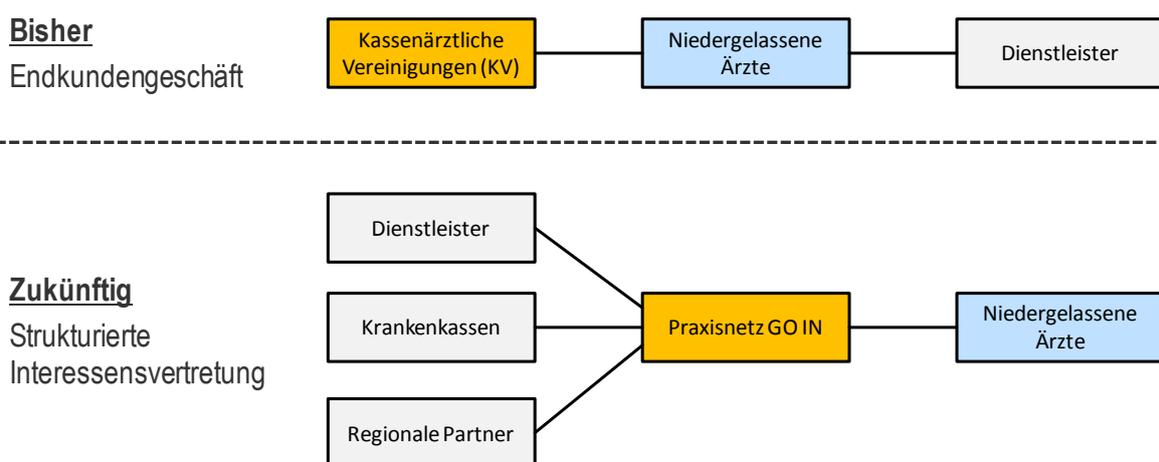
Versorgung folgen, im Gegensatz zur staatlich reglementierten Planwirtschaft in der sektoralen Versorgung, eher marktwirtschaftlichen Prinzipien (Jacobs/Schulze 2004). Durch innovative Finanzierungskonzepte sollen Anreize für Qualität, Wirtschaftlichkeit und evidenz- und ablaufbasierte Behandlungsprozesse gelegt werden. Die Entwicklung der richtigen Mechanismen für die Verteilung öffentlicher Güter nach rationalen Kriterien wird schon lange erforscht, gestaltet sich allerdings nach wie vor schwierig (Samuelson 1954).

### 2.3 Das Praxisnetz GO IN

Ein potentieller Vertragspartner von Krankenkassen im Rahmen von Verträgen zur Integrierten Versorgung sind Ärzteverbände. Das Praxisnetz GO IN wurde im Jahr 1991 gegründet und ist ein Zusammenschluss niedergelassener Ärzte der Region Ingolstadt.

Ein Praxisnetz bezeichnet einen Verbund niedergelassener Ärzte, dessen Ziel es ist, die ambulante Versorgung einer Region nach medizinischen, organisatorischen und ökonomischen Gesichtspunkten für Patienten und Ärzte zu optimieren.

Die Rechtsform des Ärztenetzes ist die eines gemeinnützigen eingetragenen Vereins (e.V.) der für kommerzielle Aufgaben eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH) gegründet hat. Die Institution soll vernetzte Versorgung fördern und dabei die Interessen der Ärzte gegenüber Kostenträgern vertreten. Die GmbH kann Gewinne erzielen und diese an die Mitglieder des e.V. ausschütten. Dabei fungiert das Praxisnetz als zentrale Instanz, die Aufgaben übergreifend koordiniert, wie die Organisation der Notdienste, den Abschluss von Verträgen mit den Kostenträgern und den gebündelten Einkauf von Praxisbedarf oder medizinischen Wirkstoffen. Das Praxisnetz kann so auch größere Projekte anstoßen, die für Einzelpraxen finanziell oder organisatorisch nicht zu bewerkstelligen sind (Abbildung 11).



**Abbildung 11 – Ansprechpartner niedergelassener Ärzte**

Quelle: Eigene Darstellung

So wurde in der Region eine Notfallpraxis gegründet, die als zentrale Anlaufstelle für Notfälle fungiert<sup>7</sup>. Praxisnetze verschieben das traditionelle Kommunikationsmuster im ambulanten Gesundheitswesen vom Endkundengeschäft hin zu einer vertraglichen Ebene zwischen größeren Organisationen

Das Praxisnetz GO IN hatte im Januar 2012 493 niedergelassene Ärzte als Mitglieder, die sich auf ca. 240 Arztpraxen verteilen. 268 Mitglieder sind Fachärzte und 225 Hausärzte. Die Region Ingolstadt hat knapp 490.000 Einwohner, 80% der niedergelassenen Ärzte der Region sind Mitglied im regionalen Praxisnetz. Eine Umfrage im Praxisnetz im Jahr 2009 mit 117 validen Antworten ergab, dass 51% der Ärzte in Facharztpraxen arbeiten und 49% in Hausarztpraxen. Die Ärzte haben ein durchschnittliches Alter von 49,7 Jahren und 70% der Mitglieder des Praxisnetzes sind Männer. In einer Arztpraxis arbeiten im Durchschnitt 2,1 Ärzte. Praxen werden von 86 Patienten täglich aufgesucht, auf jeden Arzt entfallen im Durchschnitt 47 Patientenkontakte pro Tag. Die Ärzte gaben an, 7,4 Stunden pro Tag mit Patientenkontakten zu verbringen, was einer durchschnittlichen Arzt-Patientenkonsultation von 9,5 Minuten entspricht (Dünnebeil et al. 2012c). Das Praxisnetz beschäftigt gegenwärtig vier hauptamtliche Mitarbeiter. Der Vorstand des e.V. besteht aus vier niedergelassenen Ärzten, die GmbH wird durch einen angestellten, hauptamtlichen Geschäftsführer vertreten. Ferner ist das Praxisnetz Mitglied in der Gesundheitsregion Ingolstadt, die alle regionalen Institutionen, wie Kliniken, Forschungseinrichtungen oder Reha-Zentren koordinieren soll<sup>8</sup>.

### 2.3.1 Integrierte Versorgung im Praxisnetz GO IN

Im September 2011 schloss das Praxisnetz einen Integrierten Versorgungsvertrag mit der Audi Betriebskrankenkasse (Audi BKK) ab, bei der gut 100.000 Personen der Region versichert sind. Die Teilnahme an dem Vertrag ist für Versicherte und Ärzte freiwillig. Durch die Aktivitäten soll die Behandlungsqualität in der Region durch institutionsübergreifende Zusammenarbeit verbessert werden (Audi BKK 2011). Im Rahmen des Vertrages werden Versicherten Zusatzleistungen angeboten, die eine Differenzierung der Audi BKK von anderen gesetzlichen Krankenversicherungen nach sich ziehen soll. So wurden die zeitnahe Terminvergabe von Facharztterminen, Sondersprechstunden und die Vernetzung von niedergelassenen Ärzten zur Informationsweitergabe angekündigt. Zur Vergütung des Vertrags fließen Ersparnisse, die das Praxisnetz verglichen mit den Ausgaben vorhergehender Jahr erzielen kann, bis zur Grenze von einer Million Euro zu 80% an das Praxisnetz. Einsparungen oberhalb dieser Grenze werden zu 55% an das Praxisnetz weitergegeben. Die vereinbarten Vertragsbereiche orientierten sich an den vorgestellten Ausgabenposten der gesetzlichen Krankenkassen. Im Einzelnen wurden die folgenden Bereiche in den Vertrag aufgenommen:

---

<sup>7</sup> Informationen zum Praxisnetz GO IN e.V. der Notfallpraxis und weiteren Aktivitäten finden sich auf der Webseite: <http://www.goin.info/>, zugegriffen am 01.03.2012

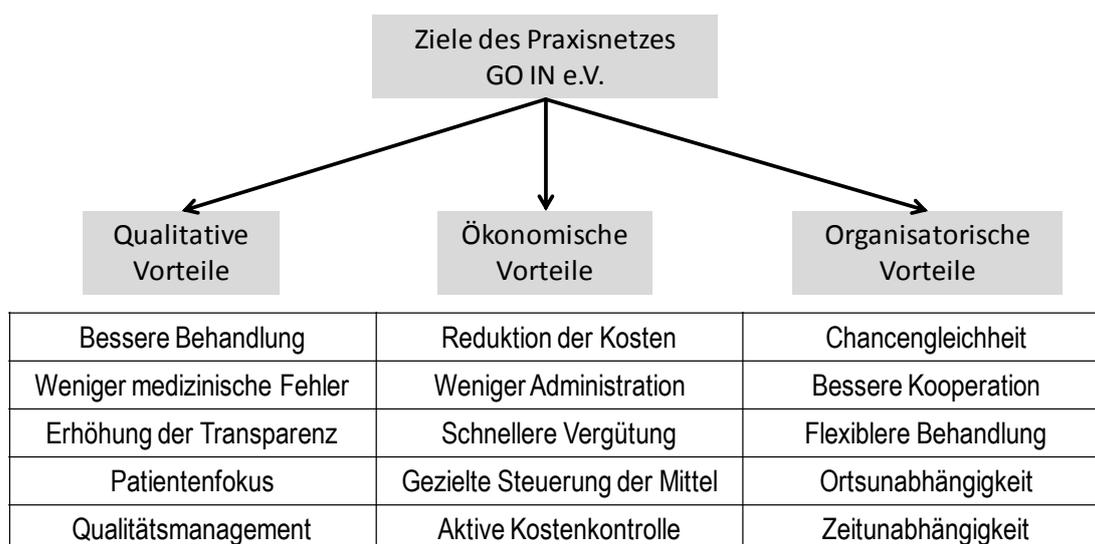
<sup>8</sup> Informationen des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit (StmUG), das ausgewählte Gesundheitsregionen in Bayern seit 2005 im Rahmen einer Qualitätsinitiative fördert, finden sich auf der Webseite: <http://www.stmug.bayern.de/gesundheits/wirtschaft/gesundheitsregionen/2ingolstadt.htm>

- Arzneimittel
- Hilfsmittelmanagement
- Krankenhauseinweisungen
- Krankengeld

Kann ein Krankengeldfall oder eine Krankenhauseinweisung durch Prävention vermieden oder verkürzt werden, so werden die eingesparten Mittel den Vertragsteilnehmern auf Basis des Vertragsmodells gutgeschrieben. Auch Einsparungen, die durch die Einkaufsbündelung bei Hilfsmitteln und Arzneimitteln erzielt werden, sollen partiell an die Ärzte weitergegeben werden. Die Erfassung der Daten geschieht gegenwärtig manuell, da es keine Systeme gibt, die einen solchen Vertrag durch Informationssysteme unterstützen

### 2.3.2 Ziele des Praxisnetzes GO IN

Die Ziele, die das Praxisnetz GO IN verfolgt, konnten in Gesprächen mit dem Vorstand in die drei Kategorien qualitative, ökonomische und organisatorische Vorteile unterteilt werden. Die Ziele orientieren sich eng an den nationalen Gesundheitszielen, die im Rahmen des Forums Gesundheitsziele.de<sup>9</sup> von den medizinischen Fachgruppen ausgearbeitet wurden. Die Ziele sind im Einzelfall zu gewichten. So sollen ökonomische Vorteile auf keinen Fall auf Kosten der Qualität durchgesetzt werden, vielmehr wird eine strukturelle Verbesserung durch Kooperation der Mitglieder angestrebt. Die Messbarkeit der Zielerreichung sollte auf transparente Art und Weise die Evaluation der Kriterien ermöglichen, wie es in der Erklärung bezüglich der Gesundheitsziele formuliert wurde (Abbildung 12).



**Abbildung 12 – Ziele des Praxisnetzes GO IN**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<sup>9</sup> Die gemeinsame Erklärung der Initiative vom 14.12.2010 findet sich unter: <http://www.gesundheitsziele.de/>

## 2.4 Informationslogistische Probleme in der Gesundheitsversorgung

### 2.4.1 Probleme papierbasierter Dokumentation

Im Rahmen der Regelversorgung existiert vornehmlich eine papierbasierte Dokumentation der medizinischen Behandlung, die in den jeweiligen Institutionen erbracht wird. Dabei fallen jährlich in der deutschen Gesundheitsversorgung 5 Mrd. Dokumente an, deren Archivierung im gleichen Zeitraum Kosten von 2,5 Mrd. Euro verursacht (Krüger-Brand 2009). Der Austausch papierbasierter Akten ist gegenwärtig nur manuell, per Fax oder Post bzw. durch Scannen und Versenden der Dokumente per E-Mail möglich. Damit wird eine erneute Datenerfassung im IT-System der Zielinstitution notwendig, was einen Medienbruch darstellt. Es entsteht ein redundanter Aufwand für die erneute Erfassung der Daten. Dies führt zu erheblichen Qualitäts- und Wirtschaftlichkeitsnachteilen. Im Rahmen einer stationären Behandlung müssen im Durchschnitt 50 Belege pro Krankenhausaufenthalt verwaltet werden. Dafür fallen 2.450 Euro Kosten für behandlungsbegleitende Dokumentationsaufwände pro Krankenhausbett und Jahr an, weiter 315 Euro kostet pro Jahr die Archivierung der Dokumente (Krüger-Brand 2009). Ein idealtypischer Behandlungsprozess soll die Medienbrüche verdeutlichen. Wird ein Patient von seinem Hausarzt zur Weiterbehandlung an einen Facharzt überwiesen und stellt dieser die Notwendigkeit einer stationären Behandlung fest, so wird der Patient in der Folge in ein Krankenhaus eingewiesen. Die Überweisung findet über das in Kapitel 2.2.2.1 vorgestellte Überweisungsformular statt. Dieses muss durch den Facharzt erfasst werden, um die medizinischen Daten zu übernehmen. Weiterhin muss die Krankenkasse das Formular erfassen, damit der Facharzt seine Leistung abrechnen kann. Bei der Einweisung ins Krankenhaus fallen die beschriebenen zwei Arbeitsschritte ebenfalls an. Auch bei der Kommunikation der Behandlungsergebnisse nach der stationären Aufnahme zwischen Krankenhaus, Fach- und Hausärzten müssen wichtige Daten aus Arztbriefen und Entlassungsbriefen händig abgetippt werden, um die Daten zu synchronisieren.

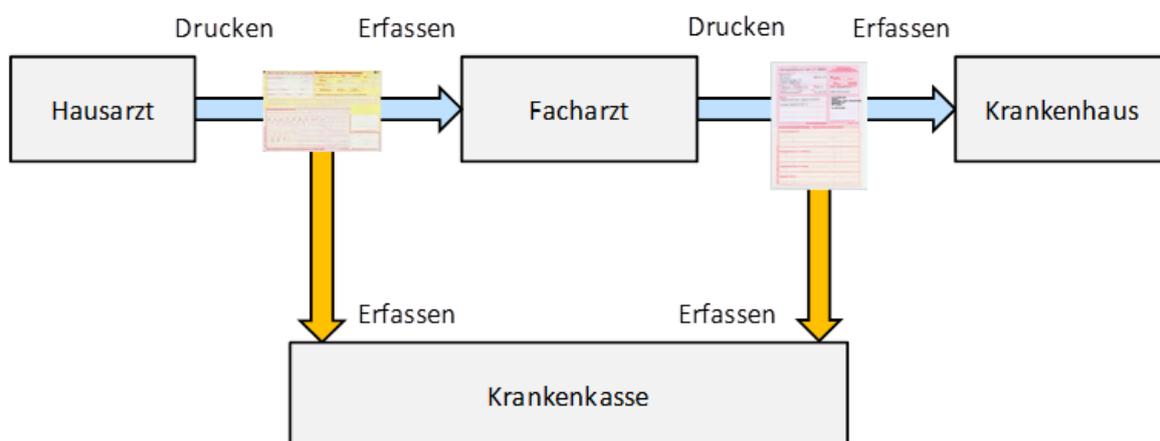


Abbildung 13 – Medienbrüche im Laufe eines Behandlungsablaufs

Quelle: Eigene Darstellung

So entsteht, allein im stationären Bereiche ein laufender Meter Dokumentation pro Krankenhausbett und Jahr (Krüger-Brand 2009). Insgesamt summieren sich die jährlichen Kosten in der stationären Gesundheitsversorgung in Deutschland per anno auf ca. 7,5 Mrd. Euro für die Erstellung und Verwaltung der Behandlungsdokumentation. Für das ambulante Gesundheitswesen konnten hier keine Zahlen ermittelt werden, es ist jedoch davon auszugehen, dass ein erheblicher Teil der Verwaltungsaufwände der Krankenkassen von knapp 9 Mrd. Euro pro Jahr (BMG 2011a) für die Verwaltung und Archivierung der Papierdokumentation aufgewendet werden.

**Problem 1:** Redundante Datenerfassung und papierbasierte Dokumentation führen zu zusätzlichen Arbeitsschritten und hohen Aufwänden für die Archivierung der Daten.

#### 2.4.2 Fehler in der Medizin

Die fehlende Versorgung mit Informationen, speziell bei Krankenhauseinweisungen und bei Überweisungen, wird von beiden Seiten beanstandet. Während Klinikärzte über fehlende Informationen im Rahmen der Einweisung klagen (Reichert et al. 2000) beanstanden niedergelassene Ärzte, dass sie in 25% gar keine Informationen von den Kliniken erhalten. Die Entlassungsberichte fehlten in 30% der Fälle, 82% derer, die einen Bericht erhalten haben, erhielten diesen ersten nach vier Wochen oder sogar später (Klauber 2004). Bekannt ist, dass verteilte medizinische Dokumentation zu Problemen bei Verfügbarkeit und Integrität von klinischen Daten führen und damit die Patientensicherheit gefährdet. In der Folge sterben in den USA jährlich zwischen 44.000 und 98.000 Patienten an medizinischen Fehlern (McDonald/Weiner/Hui 2000; Hayward 2002). Zwischen 2% und 8% aller ins Krankenhaus eingewiesenen Patienten leider unter medikamentösen Wechselwirkungen, die durch unvollständige Dokumentation der Pharmatherapie bedingt wird (Aranaz-Andrés/Aibar-Remón/Vitaller-Murillo 2008). Falsche Medikation und deren Folgen kosteten in den USA im Jahr 2006 mindestens US\$ 4,4 Mrd. (IOM 2006). Bei stationären Patienten in den Niederlanden fallen jährlich mindestens 300 Mio. Euro Mehraufwände durch die Folgen falscher Medikation an (European Commission 2007). Pharmatherapiefehler sinken beim gezielten Einsatz von IT-gestützten Medikationshilfen dramatisch, um bis zu 80% (Lappé et al. 2004). Die Nutzung moderner IT zur Synchronisation verteilter Datenbestände zwischen den medizinischen Institutionen wird daher dringend empfohlen (European Commission 2007), deren Verbreitung ist dennoch extrem gering (DesRoches et al. 2008). Es gibt in Deutschland gegenwärtig keinen einheitlichen Zugang für Ärzte zu wichtigen Diensten wie Arzneimittelprüfungen, Medikations- oder Notfalldaten. Auch eine übergreifende zentrale Patientenakte, die allen behandelnden Ärzten Zugriff auf die Krankendokumentation eines Patienten gibt, ist gegenwärtig in Deutschland nicht etabliert.

**Problem 2:** Die Datenasymmetrien im Gesundheitswesen stellen eine erhebliche Gefährdung der Patientensicherheit dar

### 2.4.3 Sicherheitsproblematik

Die beschriebenen Informationsasymmetrien führen dazu, dass Informationen auf dem konventionellen Weg ausgetauscht werden, um die notwendigen Informationen zu erhalten. So ist das Fax heute ein gängiges Kommunikationsmedium zwischen den Institutionen des Gesundheitswesens (Kopp/Schöchlin 2012), Datensicherheit und Vertraulichkeit können bei diesem Medium jedoch große Lücken aufweisen, da der Umgang im Ermessen der Teilnehmenden Personen liegt. Zusätzlich werden Patientendaten heute oft unverschlüsselt per E-Mail versendet, 45% im der Ärzte im Praxisnetz GO IN verschicken Patientendaten als ungesicherte Mail-Anhänge (Dünnebeil et al. 2010a). Die Daten können nicht standardisiert verschlüsselt werden, um einen Schutz der medizinischen Informationen vor Einsicht durch Dritte zu gewährleisten. Es gibt ferner keine Methode, um die Echtheit der Signatur und die Integrität der medizinischen Daten zu verifizieren. So können Verordnungen gefälscht oder gestohlene Krankenkassenskarten für die Inanspruchnahme von medizinischen Leistungen missbraucht werden. Archivierte medizinische Dokumente landen bei der Entsorgung in vielen Fällen auf dem Müll, ohne dass diese vorher unkenntlich gemacht wurden (Rheinland-Pfalz 2009).

**Problem 3:** Die gegenwärtige Übermittlung von Daten zwischen Institutionen des ambulanten Gesundheitswesens weist erhebliche Sicherheitslücken auf.

## 2.5 Zusammenfassung

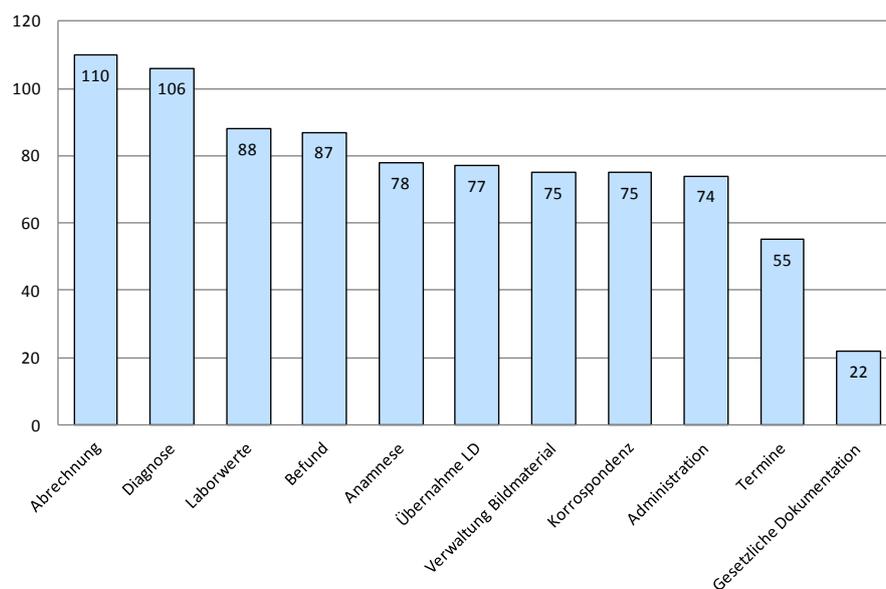
In diesem Kapitel wurden die Grundzüge der medizinischen Versorgung in Deutschland dargelegt. In diesem Zusammenhang wurde erläutert welche, Ansprüche es im Rahmen des Regelleistungskataloges für Patienten gibt und wie die Bereitstellung dieser Leistungen geregelt wird. Es wurden die wichtigsten Prozesse der intersektoralen Kommunikation dargelegt, die sich auf Basis der Regelversorgung etabliert haben. Ferner wurde das Konzept der Integrierten Versorgung vorgestellt und damit verbundene Potentiale aufgezeigt. Der Rolle von Ärztenverbänden, die kooperative Versorgungsleistungen auf Basis Integrierter Versorgungsverträgen anbieten können, wurde dabei besondere Beachtung geschenkt. Einige Probleme, die sich im Zuge der etablierten Informationsverarbeitung im Gesundheitswesen ergeben, wurden dargestellt. Im nächsten Kapitel soll die Rolle von Informationssystemen im Gesundheitswesen beleuchtet werden. Im Zuge der dominierenden sektoralen Versorgung, die sich an staatlichen Richtlinien orientiert, decken Informationssysteme speziell diese Anforderungen ab. Es werden organisatorische, technische und akzeptanzbedingte Aspekte der Informationssysteme beleuchtet und Probleme der Informationslogistik identifiziert, die sich aus der gegenwärtigen Nutzung von IT-Systemen ergeben.

### 3 Informationssysteme im Gesundheitswesen

Leistungserbringer in medizinischen Institutionen nutzen seit mehreren Jahrzehnten Informationssysteme, die sie bei der medizinischen und administrativen Abwicklung ihrer Behandlungen unterstützen (Loenneker 1982). Systeme, die die wichtigsten Aufgaben der Leistungserbringer grundlegend implementieren, werden im deutschen Gesundheitswesen als „Primärsysteme“ bezeichnet. Das folgende Kapitel beleuchtet den Einsatz, die technologischen Standards und die Probleme von IT-Systemen in der ambulanten Gesundheitsversorgung, speziell in Arztpraxen. Ferner wird in die Grundlagen der deutschen TI eingeführt. So soll dem Leser ein Einblick in die Grundlagen der Technologie und die gegenwärtigen Schwierigkeiten bei deren Einsatz vermittelt werden. Es soll ferner aufgezeigt werden, welche strukturellen Probleme in der Informationsverarbeitung sich durch den Einsatz von Gesundheitstelematik und MWA adressieren lassen.

#### 3.1 Arztinformationssysteme

Ein AIS oder Praxisverwaltungssystem (PVS) bezeichnet ein Primärsystem in Arztpraxen. Die PVS sind das Hauptwerkzeug der niedergelassenen Ärzte. Die Systeme verfügen heute, neben ihren ursprünglichen Kernfunktionen zur Abrechnung von Behandlungsleistungen, über eine Reihe von Zusatzfunktionen, wie z.B. Terminverwaltung, Patientenakte oder Arzneimitteldatenbank, und sind im täglichen Ablauf der niedergelassenen Ärzte ein elementarer Bestandteil der Arbeit geworden (Dünnebeil et al. 2010a). Die Nutzungsintensität der Systeme unterscheidet sich erheblich (Abbildung 14). Die Abrechnung der erbrachten Leistungen mit der KV wird fast durchgehend über das PVS abgewickelt, während nur etwa die Hälfte der Ärzte die Verwaltung der Termine über die Praxissoftware vornimmt.



**Abbildung 14 – Nutzung von PVS nach Aufgaben im Praxisnetz GO IN (n=117)**

Quelle: Eigene Darstellung

Module mit Zusatzfunktionen, etwa Facharztkomponenten, Bildarchive oder Archivierungswerkzeuge, können optional in die Systeme eingebunden werden. In der Regel werden für ein System und die verwendeten Zusatzmodule jeweils eine einmalige Anschaffungs- sowie eine monatliche Supportgebühr erhoben (TURBOMED 2012). Zusatzfunktionen werden häufig von den Herstellern in die Systeme eingebunden, dadurch entsteht eine Koppelung der Funktionen an die Hersteller und deren Produktpaletten und Produktlebenszyklen. Die Einbindung von Software, die von Drittanbietern bereitgestellt wird, ist nur in begrenztem Maß möglich. Die Schnittstellen für diese Zwecke sind oftmals ebenfalls kostenpflichtig (TURBOMED 2012). Das ambulante Gesundheitswesen in Deutschland weist eine extrem hohe Fragmentierung von IT Systemen auf. Seit dem 1. Januar 2011 ist dort eine Online Abrechnung durch ein durch die KBV zugelassenes Primärsystem für Arztpraxen vorgeschrieben (KBV 2010). Zum Verfassungszeitpunkt der Dissertation waren 156 verschiedene Systeme von der KBV zur Abrechnung von Behandlungsleistungen zugelassen (KBV 2011). Dabei wiesen 20 Systeme mehr als 1000 Installationen (KBV 2011) und 42 Systeme mehr als 100 Installationen auf. Tabelle 4 listet die verbreitetsten 10 Systeme auf, die von der KBV zugelassen waren.

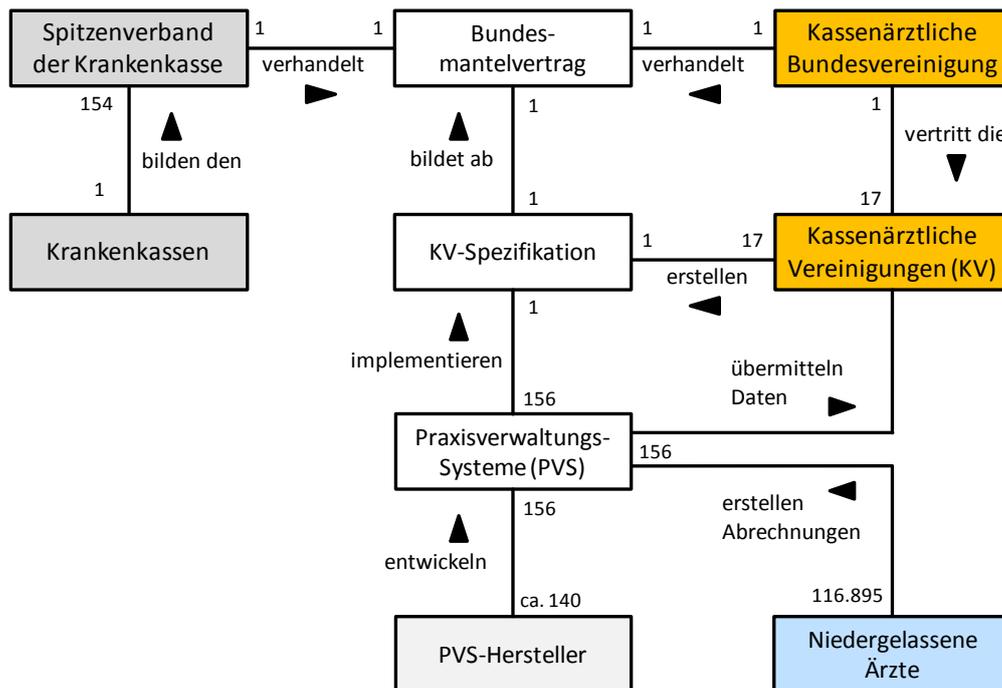
**Tabelle 4 – KV-Zulassungen der verbreitetsten 10 PVS-Systeme**

*Quelle: In Anlehnung an (KBV 2011)*

PVS	Anbieter	Installationen	Anteil
MEDISTAR	Compugroup	14.397	12,32%
TurboMed	TurboMed	13.246	11,33%
MCS-ISYNET	medatiXX	8.934	7,64%
PSYPRACT	Psyprax	8.219	7,03%
ALBIS	Compugroup	7.342	6,28%
DOCcomfort	medatiXX	6.493	5,55%
DOCconcept	medatiXX	5.856	5,01%
CompuMED-M1	Compugroup	4.705	4,02%
Elefant	HASOMED	4.569	3,91%
QUINCY WIN	Frey ADV	4.250	3,64%
Andere (ca. 200)	Jeweils < 3% Anteil	38.882	33,26%

Um die vorgeschriebene Online Abrechnung abwickeln zu können, müssen die Systeme am Ende jedes Quartals in der Lage sein, einen gesetzeskonformen Katalog von Behandlungen mit den KV abzurechnen. Der durch die Spitzenverbände der Krankenkassen mit der KBV ausgehandelte Bundesmantelvertrag, in dem die vertragsärztliche Versorgung in Deutschland geregelt ist, muss auf jährlicher Basis in den Systemen implementiert werden. Die darin aufgeführten Leistungen müssen den Versicherten der gesetzlichen Krankenkassen nach § 82 SGB 5 gewährt und den Leistungserbringern vergütet werden. Es gibt darüber hinaus mehrere Individualverträge zwischen den Landesverbänden der Haus- und Fachärzte und den Krankenkassen, die über die Systeme abgerechnet werden können. Um den vorgeschriebenen gesetzlichen Leistungskatalog und dessen Vergütung auf Softwaresysteme abzubilden, wird eine einheitliche KV-Spezifikation erstellt. Diese regelt, wie ein Abrechnungsdatentransfer

(ADT) aufgebaut sein muss, damit ein Vertragsarzt seine erbrachten Leistungen am Ende eines jeden Quartals mit der KV verrechnen kann. Die Spezifikation wird quartalsweise überarbeitet und den Herstellern der AIS vor Quartalsende zur Verfügung gestellt. Diese können dann ihre Systeme regelmäßig auf den neuesten Stand bringen, damit die Quartalsabrechnung reibungslos verläuft. Die Abbildung der Verträge wird in Abbildung 15 im Detail dargestellt.



**Abbildung 15 - Klassendiagramm der Anforderungserstellung im Gesundheitswesen**

Quelle: Eigene Darstellung

Softwarehersteller müssen daher ihre Software fortwährend an den gesetzlichen Rahmen anpassen (Bashshur/Shannon 2009, SGB V 1988). So werden viele Gesetzesänderungen auch zu Anforderungen für die AIS. In den letzten Jahren gab es eine Reihe von Gesetzesänderungen, die Behandlungs- und Abrechnungsprozesse in den Arztpraxen verändert haben. Die Standardprodukte wurden dahingehend angepasst, dass sie den gesetzlichen Rahmen immer korrekt abbilden. Einige der wichtigsten Änderungen werden in der Folge aufgelistet:

- 2001 – Disease Management Programm (DMP)
- 2004 - Integrierte Versorgung
- 2004 –Praxisgebühr
- 2007 - Hausarztzentrierte Versorgung
- 2008 - EBM 2000plus

Im Rahmen der DMP wird für chronisch kranke Patienten ab dem Jahr 2001 eine strukturierte Krankheitsdokumentation vergütet, wenn niedergelassene Ärzte medizinische Daten an die Krankenkasse übermitteln (Meurer 2010). So soll die Koordination der intersektoralen Behandlungen von chronisch kranken Patienten verbessert werden, indem alle behandelnden Leistungserbringer einen Einblick in die Krankheitsgeschichte des Patienten erhalten. Ferner soll die zusätzliche Vergütung die Leistungserbringer für die Mehraufwände entschädigen, die im Rahmen der Behandlung von chronisch kranken Patienten anfallen (Meurer 2010). Die Anforderungen zur Integrierten Versorgung wurden bereits ausgeführt, die Praxisgebühr, die vor einem Hausarztbesuch von Patienten zu entrichten ist, kann als weiteres Beispiel angesehen werden. Die Hausarztzentrierte Versorgung (HZV) sieht Vergütungen für Hausärzte und Patienten vor, wenn sie im Rahmen eines Vertrages zur HZV immer erst einen Allgemeinmediziner aufsuchen, bevor sie einen Facharzt konsultieren (Ose et al. 2008). Ziel war es, eine Filterfunktion durch den Hausarzt zu etablieren, da dieser die Notwendigkeit einer Facharztbehandlung besser einschätzen kann, als ein Patient selber. So sollte die Zahl der Facharztbesuche reduziert werden, was nach ersten Studien auch erfolgversprechend angelaufen ist (Ose et al. 2008). Die Entwicklung von zusätzlichen Modulen für AIS wird für umfassende Verträge von den Herstellern vorgenommen, die Einbindung ist jedoch kostenpflichtig und beschränkt sich auf solche Verträge, die für den Hersteller umsatzbringend sind (TURBOMED 2012). Module für Integrierte Versorgungsverträge nach §140 SGB 5 gibt es bei den meisten Herstellern jedoch nicht.

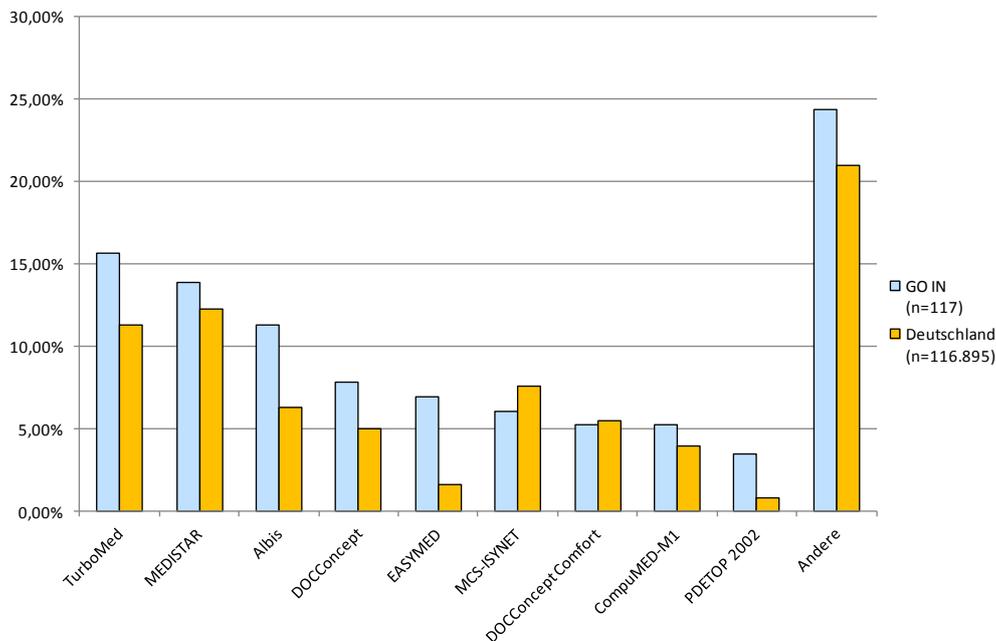
Krankenhausinformationssysteme (KIS) stellen Informationssysteme in Krankenhäusern dar. Sie können, im Gegensatz zu AIS, mit Informationssystemen in Unternehmen verglichen werden (Buchauer 1998). Im Vergleich zu AIS verfügen KIS über offene Schnittstellen. Die Integration solcher Systeme ist seit vielen Jahren ein intensives Forschungsthema (Kuhn/Giuse 2001). Die Schnittstellen der Systeme sind im Regelfall als Web Services verfügbar. So können Patientendaten extern angelegt, medizinische Dokumente einem Patienten und einem Fall zugeordnet werden (Dünnebeil et al. 2010c). Der Wertbeitrag von Informationssystemen steigt in Krankenhäusern mit zunehmender Größe der Institution (Fähling et al. 2009), so dass sich hier ein Trend bestätigt, der auch im ambulanten Gesundheitswesen zu beobachten ist. (DesRoches et al. 2008). Krankenhäuser hängen damit stärker von der eingesetzten IT ab als niedergelassene Ärzte. Als Folge sehen die meisten Krankenhäuser einen großen Wertbeitrag in ihren KIS. Auch Krankenhäuser gaben an, dass die Kommunikation heterogener Systeme innerhalb der Kliniken nicht hinreichend gewährleistet ist. Die Anbindung der Systeme nach außen gestaltet sich noch schwieriger (Köbler/Fähling/Krcmar 2010). Die wichtigsten Funktionen in Krankenhäusern sind die Behandlungsunterstützung, Labor- und Ambulanzfunktionen, die in fast allen Häusern umgesetzt werden. Telemedizinssysteme und Informationsportale für Patienten werden nur von einer Minderheit (<30%) der Kliniken eingesetzt (Fähling et al. 2010). Das Krankenhauswesen zeigt eine ähnliche Zersplitterung in Einzelsysteme wie das ambulante Gesundheitswesen (Fähling et al. 2010). Im der Region Ingolstadt nutzen die vier größten Krankenhäuser entsprechend vier verschiedene KIS.

### 3.1.1 Interoperabilitätsprobleme von Arztinformationssystemen

AIS sind meist proprietär und auf die Aufgaben einer bestimmten Institution zugeschnitten (Bicer et al. 2005). Im Praxisnetz GO IN mit 493 Mitgliedern gab es zum Zeitpunkt der Forschung eine Zersplitterung der IT in über 40 verschiedene Systeme (Dünnebeil et al. 2011a). Die Diversifizierung der Systeme ist im Forschungsumfeld noch höher als im Bundesdurchschnitt, da fast ein Viertel der niedergelassenen Ärzte nicht die führenden zehn Systeme nutzen. Um Anforderungen des Ärzteverbands in die AIS aufzunehmen, müsste das Praxisnetz die Erstellung eines Zusatzmoduls mit den Herstellern von 40 Systemen koordinieren, was mit den bestehenden Personalressourcen nicht möglich war. Eine Migration der Netzärzte auf ein einheitliches System wurde jedoch von der Mehrzahl der Mitglieder im Praxisnetz abgelehnt. Im Praxisnetz GO IN ist es für die Mehrzahl der Ärzte kaum noch möglich, ihre Praxen ohne Unterstützung dieser Primärsysteme zu führen. Die IT hat bei vielen Leistungserbringern einen großen Einfluss auf die täglichen Versorgungsprozesse (Dünnebeil et al. 2010a). Anforderungen des Praxisnetzes, die durch Abweichungen von der Standardversorgung notwendig werden, müssen demnach in eigenen Anwendungen bereitgestellt werden, die möglichst mit den Primärsystemen integriert werden müssen.

Daraus ergibt sich für die Integrierte Versorgung ein zentrales Problem, wenn die Verträge durch Informationssysteme abgebildet werden sollen:

**Problem 4:** Individuelle Anforderungen von Praxisnetzen können oft nicht direkt in die Primärsysteme der Leistungserbringer eingebunden werden.



**Abbildung 16 – Arztinformationssysteme in Deutschland und GO IN**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2011c)

Eine strukturierte, medizinische Kommunikation zwischen den Systemen verschiedener Anbieter ist bis dato kaum etabliert. So werden im Regelfall nur die in Kapitel 2 bedruckten Verordnungsformulare ausgetauscht und abgetippt, um Informationen weiterzuleiten. Es gibt verschiedene Ansätze im Gesundheitswesen, um die Interoperabilität zwischen heterogenen Informationssystemen herzustellen (Pedersen/Hasselbring 2004). Die Ansätze beruhen aber alle darauf, dass die Systeme zugänglich sind und um Module zur Interoperabilität erweitert werden können. Dies ist nur bei ausgewählten Systemen und über standardisierte Schnittstellen möglich, die in der Regel kostenpflichtig sind (TURBOMED 2012). Da im Gesundheitswesen auch institutionsübergreifende Prozesse existieren, die einer Unterstützung durch IT Systeme bedürfen, wurde in Deutschland das Projekt der eGK gestartet (BMG 2005). Um einen sicheren, interoperablen Austausch von digitalen Patientendaten zwischen den Primärsystemen der Leistungserbringer zu ermöglichen, wurde 2004 begonnen eine übergreifende TI<sup>10</sup> zu spezifizieren (Fraunhofer 2005). Über die einheitliche Infrastruktur der Gesundheitstelematik sollen zukünftig wohlstrukturierte elektronische Dokumente, z.B. elektronische Arztbriefe, zwischen den Primärsystemen aller Anbieter ausgetauscht werden können.

### 3.1.2 Finanzierungsprobleme

Medizinische Geräte und Software werden bisher von den Leistungserbringern gekauft und über die Behandlungseinnahmen refinanziert. Sie gehören damit zum zweiten Gesundheitsmarkt, da sie nicht über das staatliche System vergütet werden können. Schafft ein Arzt eine Software oder ein medizinisches Gerät an, wird er daher in der Regel versuchen, die Anschaffungskosten durch die Abrechnung vieler Behandlungen schnell zu amortisieren, auch wenn dies überflüssig ist und damit zu ökonomischen und medizinischen Nachteilen für das Gesundheitssystem und die Patienten führen kann (Smith et al. 1997). Der gegenteilige Fall führt dazu, dass notwendige Untersuchungen nicht oder unzureichend durchgeführt werden, wenn sich die Anschaffung von Geräten und Software wegen geringer Fallzahlen nicht amortisiert. Ein Leistungserbringer wird folglich, wenn er ökonomisch handelt, elektronische Dienstleistungen nur dann einsetzen, wenn die zusätzlichen Einnahmen die Aufwände übersteigen. Gibt es für ein Krankheitsbild keinen Gebührenposten, so macht eine medizinische Anwendung rein ökonomisch nur Sinn, wenn sie für abrechenbare Behandlungen die Effizienz steigert. Es gibt, jenseits des einheitlichen Bewertungsmaßstabs, keine abrechnungsfähigen Posten, die den Einsatz einer Software zur Behandlungsunterstützung ökonomisch motivieren. Während Arzneimittel in Deutschland zur Unterstützung von Therapien abgerechnet werden können, ist dies gegenwärtig für Software oder elektronische Dienstleistungen nicht möglich. Pharmaunternehmen vertreiben verschreibungspflichtige Arzneimittel über Apotheken. Pharmazeutische Hersteller sind grundsätzlich frei, die Preise ihrer Arzneimittel entsprechend der Wettbewerbssituation zu bilden oder zu verändern. Der Preis wird festgelegt und mit einem fixen Apothekenaufschlag versehen, um bundesweit einheitliche Preise zu gewährleisten. Patienten werden mit einem Eigenbeitrag von 5%-10% an den Kosten der Arzneimittel beteiligt. Die übrigen Kosten

---

<sup>10</sup> Die Detaillierte Einführung in die TI wird in Kapitel 3.3 vorgenommen.

werden von den Krankenkassen übernommen. Dieses Modell bildet das Geschäftsmodell von Apotheken und Pharmafirmen im Ersten Gesundheitsmarkt. Vergleichsweise hohe Arzneimittelkosten führen immer wieder zu Diskussionen über die Angemessenheit dieser Preisfindungs- und Abrechnungsmethode (Müller/Schwalm 2009).

Ob ein solches Modell auch für Software sinnvoll ist, wird gegenwärtig diskutiert. Während im Rahmen der Gesundheitstelematik festgelegte Zuschüsse für die Anschaffung von eGK-Kartenlesern an Arztpraxen gezahlt werden (KVB 2011), wird in Großbritannien darüber nachgedacht, Smartphone Apps, ähnlich wie Medikamente, zur Verschreibung durch Ärzte freizugeben (Department of Health 2012). Die Apps müssen vorher durch nationale Behörden geprüft und freigegeben werden. Das Verfahren ähnelt damit dem der Medikamentenfreigabe. Ob ein solches Vorgehen sinnvoll ist, bspw. um ein Modul mit übergreifenden und offen zugänglichen Schnittstellen für Primärsysteme zur Verfügung zu stellen, ist fragwürdig. Die übergreifende Vernetzung zwischen Leistungserbringern ist zwar ein wichtiges Anliegen der Ärzte (Dünnebeil et al. 2010a), die Erhebung in Tabelle 5 zeigt jedoch, dass bereits viele Behandlungen zwischen Ärzten koordiniert werden, ohne dass dazu speziell angepasste Software verwendet wird.

**Tabelle 5 – IT Nutzung in Arztpraxen des Praxisnetzes GO IN I**

Quelle: In Anlehnung an: (Dünnebeil et al. 2010a)

Aussage	stimme voll und ganz zu 1	stimme zu 2	teils, teils 3	stimme nicht zu 4	stimme überhaupt nicht zu 5	gesamt: Mittelwert Std.Abw.
Praxis steht bei institutionsübergreifenden Behandlungen in regelmäßigem Kontakt mit den anderen behandelnden Ärzten.						2,29 1,028
Die praxisinternen Prozesse und Behandlungsabläufe sind größtenteils dokumentiert.						1,75 0,756
Die praxisinternen Prozesse und Behandlungsabläufe orientieren sich an den verwendeten IT-Systemen						2,72 1,163
Praxis wünscht sich Kosten-Nutzen Analysen für eine Überarbeitung der Prozesse						2,93 1,361

Die Prozesse innerhalb der Praxen orientieren sich teilweise schon heute an der IT und sind überwiegend gut dokumentiert, eine Kosten-Nutzen Analyse der Behandlungsprozesse, und damit auch die abbildende Software, ist jedoch für die Mehrzahl der Nutzer nicht gewünscht. Die Erhebung zeigt, dass der Einsatz von IT zwar notwendig ist, um den staatlichen Leistungskatalog zu erfüllen, IT jedoch bei vielen Leistungserbringern nicht als ein strategisches Mittel zur Verbesserung ihrer Einkommenssituation wahrgenommen wird. Dies macht es unwahrscheinlich, dass Ärzte in ihren Praxen oder im Rahmen von Praxisnetzen gegenwärtig in angepasste IT investieren. Deutlicher werden diese Vermutungen durch die

Erhebungen in Tabelle 6. Über den Funktionsumfang der Primärsysteme hinaus, nutzen heute fast alle Praxen moderne Kommunikationsmittel für ihre tägliche Arbeit.

**Tabelle 6 – IT Nutzung in Arztpraxen des Praxisnetzes GO IN II**

Quelle: In Anlehnung an (Dünnebeil et al. 2010a)

Aussage	Ja 1	Nein 2	gesamt: Mittel- wert Std.Abw.
Praxis verfügt über einen Internetanschluss.			1,21 0,406
Arzt nutzt das Internet, um sich in medizinischen Fragen zu informieren.			1,12 0,323
Praxis verfügt über einen Internetauftritt.			1,47 0,502
Arzt verwendet E-Mails zur Patientenkommunikation.			1,74 0,817
Arzt verwendet E-Mails zur Kommunikation mit Kollegen.			1,38 0,441
Praxis dokumentiert die Patienteninformationen elektronisch.			1,18 0,489
Praxis führt interne elektronische Patientenakten für ihre Patienten			1,23 0,425
Praxis tauscht Patienten elektronisch mit anderen Institutionen aus (z.B. als Word- oder PDF-Dateien).			1,54 0,501

79% der Praxen im Praxisnetz verfügen über einen Internetanschluss und über 88% der Ärzte nutzen das Internet als Informationsquelle für medizinische Informationen und aktuelle Forschungsergebnisse. Die E-Mail hat sich zu einem gängigen Kommunikationsmittel unter Ärzten entwickelt, 62% nutzen diese Form der Korrespondenz. Auch in der Patientenkommunikation hat sich die E-Mail zu einem wichtigen Kommunikationsmedium entwickelt. Zwar nutzten 2009 nur ein Viertel der Ärzte diesen Kommunikationskanal, dennoch kann dieser Trend nicht vernachlässigt werden. Auch die Verwendung von Internetauftritten und elektronischen Patientenakten ist in den ambulanten Praxen der Region schon weit verbreitet. Damit verringert sich für Ärzte die Notwendigkeit der Verwendung eines elektronischen Arztbriefes, der mit den Primärsystemen der Leistungserbringer synchronisiert, digital signiert und verschlüsselt übertragen wird. Patientendaten in Internetpostfächern von Ärzten, sind jedoch datenschutzrechtlich als bedenklich zu werten. E-Mails sind allerdings, ähnlich wie Faxgeräte, eine Alternative zu Telematikdiensten, um Kommunikation innerhalb von Ärzteverbänden abzuwickeln, verstößt jedoch fundamental

gegen die Präferenzen von Ärzten bezüglich Sicherheitsstandards im Gesundheitswesen und den gegen gesetzlichen Vorgaben bezüglich der digitalen Kommunikation im Rahmen der TI<sup>11</sup>. Daraus kann man das folgende Problem ableiten:

**Problem 5:** Es gibt keinen hinreichenden finanziellen Anreiz für Leistungserbringer im ambulanten Gesundheitswesen, in die Entwicklung und Anpassung von integrierten, sicheren Informationssystemen zu investieren. Alternative Technologien wie E-Mails werden daher vermehrt als Alternative herangezogen.

## 3.2 Standards im deutschen Gesundheitswesen

Um Interoperabilität zwischen Systemen heterogener Machart auf breiter Basis herzustellen, bedarf es der Standardisierung von Technologien, Dokumentationen, Terminologien, Kommunikationsbeziehungen und der IT-Infrastruktur (Pedersen/Hasselbring 2004). In diesem Kapitel werden zunächst die technischen Standards der in der Arbeit relevanten Web Technologien vorgestellt. Deren Einsatzfeld beschränkt sich nicht explizit auf die Medizin. Die vorgestellten Konzepte sind dennoch in der Medizin weit verbreitet und finden, speziell in der deutschen TI, Verwendung. Danach werden medizinische Terminologien vorgestellt, die ein gemeinsames semantisches Verständnis für die bezeichneten Begriffe herstellen. Abschließend werden exemplarisch Dokumentationsstandards eingeführt, die Interoperabilität auf Basis der ausgetauschten Dokumente herstellen. In Pedersen/Hasselbring (2004) wird ferner zwischen Dokumentations- und Kommunikationsstandards unterschieden, da persistent gespeicherte Dokumente von solchen unterschieden werden, die zwischen den Leistungserbringern ausgetauscht werden. Da im Zuge dieser Arbeit nicht die medizinische Dokumentation fokussiert wird, sondern die intersektorale Kommunikation im Rahmen von MWA, werden diese beiden Kategorien in der Folge nicht unterschieden.

### 3.2.1 Web Services und Web Standards

Web Services bezeichnen ein „Bündel von Technologien zur Beschreibung von Schnittstellen und Eigenschaften von Implementierungen der Schnittstellen, Beschreibung von Datenaustauschformaten und Qualitätseigenschaften des Austauschs, Registrierung von Komponenten, Komposition von Komponenten und Sicherheit im Austausch von Komponenten“ (Kossmann/Leymann 2004, 117). So können verteilte Anwendungen über das Internet die Dienste zentraler IT-Systeme nutzen, um auf diese Weise miteinander zu interagieren. Die Grundlage für die Kooperation über Web Services bieten vier Web Standards<sup>12</sup>, die von der vom World Wide Web Consortium (W3C) spezifiziert wurden und in der Folge kurz vorgestellt werden.

---

<sup>11</sup> Die gesetzlichen Vorgaben zur Sicherheit und Patientenautorisierung von digitalen Daten im Rahmen der TI aus §291a SGB5 werden in Kapitel 4.3.2 eingeführt. Die Sicherheitsanforderungen der niedergelassenen Ärzte für MWA werden Kapitel 4.3.3 dargelegt, zugegriffen am 25.06.2012.

<sup>12</sup> Eine Übersicht über die von W3C definierten Web Standards findet sich auf: <http://www.edition-w3.de>, zugegriffen am 25.06.2012

### 3.2.2 Extended Markup Language

Extended Markup Language (XML) ist eine Auszeichnungssprache, die digitale Dokumente so strukturiert, dass sie sowohl von Menschen als auch von Maschinen lesbar sind. Die Dokumentenstruktur basiert auf einem Schema, das Regeln für die Syntax vorgibt (Bray/Paoli/Sperberg-McQueen 1997). Wenn ein XML-Dokument fehlerfrei gegen das Schema validiert werden kann, wird es als wohldefiniert bezeichnet. Ein XML-Dokument besteht aus Strukturelementen, die XML-Elemente genannt werden. Der Beginn und das Ende eines Elements sind mit einem Start- und einem End-Markup gekennzeichnet und enthalten einen Namen. Diese XML-Elemente lassen sich individuell benennen und strukturieren. Zwischen den Markups können Datenelemente, z.B. Texte, Zahlen oder Grafiken, eingefügt werden. Die Repräsentation ist nicht Bestandteil des Dokuments, wie etwa bei der Hyper Text Markup Language (HTML). Die Darstellung der in einem XML-Dokument enthaltenen Daten kann durch ein Stylesheet beliebig angepasst werden. So können die Daten aus einem XML-Dokument für verschiedene Zielgruppen aufbereitet werden, indem nur einzelne XML-Elemente repräsentiert werden (Bray/Paoli/Sperberg-McQueen 1997). Für Patienten ist es etwa sinnvoll, nur den Klartext der Diagnose einzublenden, während Ärzte aus der Entität für Diagnosen auch medizinische Fachbegriffe oder das Datum der Diagnosestellung angezeigt bekommen. Um XML-Dokumente direkt in Anwendungen zu verwenden und die Daten in Elemente zu schreiben oder aus den Elementen auszulesen, wurden XML-Parser entwickelt. Parser lesen XML-Dokumente so ein, dass die Daten direkt in Variablen von Anwendungen genutzt werden können, ohne sie manuell übertragen zu müssen.

### 3.2.3 Simple Object Access Protocol

Das Simple Object Access Protocol (SOAP) wurde entwickelt, um strukturierte Informationen, z.B. XML Dokumente, zwischen verteilten Anwendungen auszutauschen. Dazu werden die Informationen in einen SOAP-Envelope verpackt, der einen Header und einen Body enthält. Der SOAP-Header kann Metainformationen zu Empfänger oder Verschlüsselung enthalten. Im SOAP Body werden in der Regel die zu versendenden Informationen verpackt. SOAP-Nachrichten werden in XML beschrieben. Eine SOAP-Nachricht wird normalerweise über den regulären Internet Protokoll Stack versendet. Dazu wird das Internetprotokoll (TCP/IP) verwendet. Auf der Anwendungsschicht des Standard Organization's Open System Interconnect (ISO/OSI) Modells (Zimmermann 1980) kommt in der Regel das Hypertext Transfer Protocol (HTTP) zum Einsatz, um XML-Dokumente über das Internet abzurufen. Die Daten können dann entweder in einem Browser oder einer eigenständigen Anwendung angesehen, bearbeitet und verwendet werden.

### 3.2.4 Web Service Description Language

Damit die Schnittstelle eines Web Service implementiert und über das Internet aufgerufen werden kann, muss die Implementierung für den Dienstanutzer beschrieben werden. Die Web Service Description Language (WSDL) zielt auf die Bereitstellung dieser Beschreibung ab. Eine WSDL-Datei wird ebenfalls in XML beschrieben, sie enthält Beschreibungen der Lokalisierung im Internet, der zu übertragenen Datentypen, ein definierendes XML Schema

und die Beschreibung der auszutauschenden Nachrichten. Die Schnittstellenbeschreibungen können in einem Dienstverzeichnis, z.B. nach dem Universal Description and Discovery Interface (UDDI), publiziert werden. So haben Nutzer von Web Services die Schnittstellen nach Kontaktinformationen (White Pages), Kategorien (Yellow Pages) oder technischen Gesichtspunkten (Green Pages) verfügbar, um passende Web Services zu identifizieren.

### 3.2.5 Medizinische Terminologien

Medizinische Terminologien, auch oft Nomenklaturen genannt, bezeichnen die Begriffe und Benennungen, die in der medizinischen Dokumentation Verwendung finden (Ceusters et al. 1998). Um eine Basis für ein gemeinsames Verständnis der Information zu schaffen, helfen terminologische Standards, ein gemeinsames Verständnis medizinischer Inhalte auf ein übergreifend verwendetes Begriffssystem zu übertragen. Es wird seit einiger Zeit versucht, ein international einheitliches System für medizinische Terminologien zu schaffen. Eine weltweite Standardisierung gibt es allerdings bis heute nicht. Die einheitlich definierte und codierte Semantik kann auch Interoperabilität zwischen den am Behandlungsprozess beteiligten Personen und ihren IT-Systemen herstellen. Die Akteure tauschen die Begriffe der Terminologie aus und bereiten sie in ihren Systemen auf. Damit können mögliche Fehlerquellen reduziert werden, die durch die unterschiedliche semantische Belegung von Begriffen und die daraus resultierende Interpretation von Terminologien entstehen. Wird eine Diagnose nach einem einheitlichen Standard codiert, so kann die hinterlegte Terminologie bspw. einheitlich mit einem Eintrag in einer Wissensbasis verlinkt werden oder in einem Data Warehouse erfasst und ausgewertet werden. Im Folgenden werden einige ausgewählte Terminologien vorgestellt, die im Rahmen der deutschen TI Verwendung finden.

#### 3.2.5.1 Logical Observation Identifiers Names and Codes

Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC) bezeichnet ein Code-System, das Einträge in einem medizinischen Dokument einen eindeutigen Code zuweist (Huff et al. 1998). Das LOINC-Code-System hat eine eindeutige Identifikationsnummer für viele Kategorien medizinischer Dokumentation, die den Status eines Patienten und dessen Behandlungssituation beschreiben. Es gibt wohldefinierte Komponenten für Diagnosen, Medikationen, Befunde, Anamnesen oder Laborwerte. So kann in maschinenlesbarer Form spezifiziert werden, dass sich in einer Komponente, die ebenfalls meist in XML definiert wird, eines medizinischen Dokuments die Beschreibung einer Diagnose befindet. Für LOINC Komponenten können auch einheitliche Attribute definiert werden. Für Diagnosen sind z.B. der Zeitpunkt der Diagnosestellung oder der Status der Diagnostik vorgesehen. Im Rahmen der TI wird die LONIC Terminologie verwendet, um Komponenten in elektronischen Arztbriefen zu identifizieren (VHitG 2006).

#### 3.2.5.2 Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten

Um eine weltweit einheitliche Benennung und Klassifikation von Diagnosen zu erreichen wurde im Jahr 1893 die Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten (ICD) eingeführt. Die Taxonomie diente ursprünglich dazu, Todesursachen zu klassifizieren. Im

Laufe der Zeit hat sich die Nomenklatur für eine weltweit einheitliche Dokumentation von Diagnosen etabliert. Es gibt verschiedene Versionen der Taxonomie, die im Laufe der Weiterentwicklung neue Krankheitsbilder integriert haben und nationale Ausprägungen berücksichtigen. Momentan wird die Version ICD-10 verwendet. Die Arbeiten an der neuen Version 11 haben begonnen, der Standard soll nach Web 2.0 Standards überarbeitet werden<sup>13</sup>. Ferner werden in nationale Anpassungen der Taxonomie die Anforderungen einzelner Länder eingebunden. In Deutschland wird gegenwärtig die Version ICD10gm2012 genutzt, die vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) spezifiziert wird<sup>14</sup>. Der ICD-10 kann zur genauen Spezifikation einer Diagnose in einer LOINC Komponente dienen. Das LOINC-Code-System zeigt damit an, dass es sich um eine Diagnose handelt, die nach dem ICD-10 kodiert wurde. So kann das System, das die Daten verarbeitet, den Code einer nationalen Beschreibung zuordnen und zur Behandlung in die klinische Leitlinie integriert werden, nach der die Krankheit in der entsprechenden Institution behandelt werden soll. ICD10gm2006, der noch gültige ICD Code zur Dokumentation von Todesfällen für die Epidemiologie, trägt die LOINC Identifikationsnummer „1.2.276.0.76.5.311“.

### 3.2.5.3 Pharmacy-Product-Number

Um Fertigarzneimittel deutschlandweit eindeutig identifizieren zu können, wurde eine zentrale Nummerierung von Fertigarzneimitteln im §131 des SGB5 vorgeschrieben, die auf der äußeren Verpackung von Arzneimitteln aufgebracht werden muss (SGB5 §131). Die Pharmazentralnummer (PZN) identifiziert Hersteller, Darreichungsform oder Wirkstoffstärke eines Arzneimittels eindeutig. Im Rahmen der Internationalisierung wurde die PZN zu einer internationalen Pharmacy-Product-Number (PPN) erweitert, die der nationalen Identifikationsnummer einen einheitlichen Ländercode hinzufügt (IFA 2011).

### 3.2.6 Medizinische Dokumente

Medizinische Terminologien können in einem Dokument zusammengefasst werden, um den Behandlungsstatus in einem Kontext abzubilden und mit anderen Ärzten zu kommunizieren. So sollte bei einer Krankenhauseinweisung die Medikation und die Voruntersuchungen eines Patienten im Einweisungsbescheid vermerkt werden, um sie den Klinikärzten mitzuteilen. Dafür wurden verschiedene Datenformate spezifiziert, die teilweise auf die vorher erläuterten medizinischen Terminologien und technischen Standards zurückgreifen. Die umfassendste Sammlung medizinischer Dokumente stellen elektronischen Patientenakten (ePA) dar, die die Krankengeschichte eines Patienten umfassend repräsentieren soll (Poissant et al. 2005). Es wird im Folgenden nicht auf alle medizinischen Datenformate, die im medizinischen Bereich verwendet werden, eingegangen. Es sei hier auf detaillierte Ausarbeitungen verwiesen, wie sie etwa in (Pedersen/Hasselbring 2004; Sunyaev et al. 2010) zu finden sind. Im Wesentlichen werden die Konzepte vorgestellt, die im Zuge der Gesundheitstelematik in Mehrwertdiensten (Vgl. Kapitel 4.4.2.6) verwendet werden.

---

<sup>13</sup> Eine Alpha Version von ICD-11 ist unter <http://apps.who.int/classifications/icd11/browse/f/en> verfügbar

<sup>14</sup> Die aktuelle Version ist verfügbar auf: <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/diagnosen/icd10/htmlgm2012/>,  
zugegriffen am 16.04.2012

### 3.2.6.1 Behandlungsdatentransfer

Zur Kommunikation von Behandlungsleistungen zwischen niedergelassenen Ärzten und der KV wurde im Jahr 1989 erstmals der Abrechnungsdatentransfer (ADT) von der KBV spezifiziert. So konnten Ärzte, wenn sie eine Zulassung zur Abrechnung mittels digitaler Datenträger besaßen, digitale Behandlungsdaten an die KV übermitteln, um ihren Leistungsnachweis zu erbringen. Anfangs konnten die Ärzte Disketten mit dem ADT an die KV senden. Später wurde das Verfahren aufgrund höherer Datenvolumina auf CDs überführt, bevor eine Schnittstelle zur Online-Übertragung der Daten geschaffen wurde. Der ADT besteht aus Textdateien, die Felder mit ASCII-Daten enthalten. Nach drei Bytes zur Beschreibung der Feldlänge und vier Bytes zur Feldkennung, enthalten die Felder des ADT Abrechnungsinformationen und zwei Bytes zur Kennzeichnung des Feldendes. Um einen Datenaustausch zwischen den Leistungserbringern zu ermöglichen, der über den Zweck der Abrechnung hinausgeht, wurde der Behandlungsdatentransfer (BDT) spezifiziert, der die Übertragung beliebiger Datenbestände aus einem Praxissystem in ein anderes ermöglicht. Die meisten PVS bieten jedoch keine Exportschnittstelle für BDT an, die kurzfristige Nutzung dieser Schnittstelle ist meist kostenpflichtig und auf wenige Tage begrenzt (KBV 2006). So soll die Migration zwischen den Systemen für die Nutzer erschwert werden. Ein Import von BDT-Dateien ist hingegen im Regelfall möglich. Des Weiteren gibt es den Labordatentransfer (LDT), der es ermöglicht, Laboraufträge aus dem System zu exportieren und digitale Laborbefunde zu importieren. Als Oberbegriff für ADT, LDT und BDT wurde die Bezeichnung xDT von der KV festgesetzt, die alle Datenformate beschreibt, die sich an der Syntax der KV orientieren.

### 3.2.6.2 Health Level 7

Im Gegensatz zu dem unstrukturierten BDT wurde Health Level 7 (HL7) spezifiziert, um die Anforderungen klinischer Prozesse in die Struktur der medizinischen Datenformate zu integrieren. Damit soll der weltweite Austausch von klinischen Daten zwischen Medizinern und ihren Informationssystemen ermöglicht werden. HL7 enthält eine Vielzahl von Elementen, um den Behandlungsprozess administrativ abzubilden. Das Konzept bildet damit ein medizinisches Kommunikationsprotokoll auf der Applikationsschicht des Internetprotokolls (7. Schicht), was zum Namen HL7 führte. Gegenwärtig wird verbreitet die Version 3 verwendet, in der, neben den Prozessen, auch die Semantik der verwendeten Elemente, die Kommunikationspartner und die Terminologien zur Beschreibung der Inhalte spezifiziert werden (Beeler 1998). Zur Strukturierung von HL7 Dokumenten wird ab der Version 3 ausschließlich XML eingesetzt. Es werden Nachrichten nach bestimmten klinischen Ereignissen erstellt, die eine Aktion im Behandlungsprozess auslösen (Benson 2010). So gibt es im deutschen Gesundheitswesen wohldefinierte Nachrichten für die Übermittlung von Patienten-Stammdaten, Befunden oder Leistungsdaten, die in medizinische Prozesse integriert werden können<sup>15</sup>. HL7 zielt auf die Unterstützung von Kommunikationsanforderungen im gesamten Gesundheitswesen (Benson 2010). Dafür wurde

---

<sup>15</sup> Vgl. die freigegebenen Spezifikationen unter: <http://www.hl7.de/publikationen/techdok.php>, zugegriffen am 16.04.2012

das HL7-Reference Information Model (RIM) spezifiziert, das die kommunizierenden Domänen und ihre Nachrichten genau vorgibt<sup>16</sup>.

### 3.2.6.3 Clinical Document Architecture

Die Clinical Document Architecture (CDA) ist ein Dokumenten Markup Standard, der die Struktur und Semantik von medizinischen Dokumenten beschreibt (Dolin et al. 2006). CDA-Dokumente gehören zur HL7 Familie und beschreiben primär die Komposition verschiedener medizinischer Komponenten, die die Krankengeschichte eines Patienten widerspiegeln und deren Autoren- und Subjektinformationen. Die Selektion dient, ähnlich wie eine ePA dazu, medizinische Datenbestände zwischen den Leistungserbringern zu synchronisieren. CDA-Dokumente enthalten einen Header und einen Body, wobei der Header die behandelnden Kommunikationspartner und den Patienten identifiziert und der Body die medizinische Dokumentation enthält. Die Informationselemente in einem CDA-Dokument werden aus dem HL7 RIM abgeleitet, um sie formal auszudrücken und an eine festgelegte Terminologie zu binden (Dolin et al. 2006). Für das deutsche Gesundheitswesen wurden verschiedene CDA Dokumente spezifiziert, z.B. der Entlassungsbericht nach einer Reha-Behandlung oder der elektronische Arztbrief (VHitG 2006). Diese Dokumente sollen papierbasierte Dokumente ersetzen, sie sind daher unter anderem signaturfähig, menschenlesbar und kontextgebunden. Die Aufbereitung der Inhalte kann auf verschiedenen Ebenen vorgenommen werden. Es kann die Lesbarkeit durch den Menschen oder die Interoperabilität von medizinischen IS im Vordergrund stehen. Informationen, die in der Level 1-Granularität aufbereitet werden, enthalten nur Abschnitte mit textuellen Inhalten, die von den Prozessteilnehmern gelesen werden können. Auf Level 2 werden die Abschnitte maschinenlesbar klassifiziert, um die einzelnen Komponenten automatisiert in einem Zielsystem verarbeiten zu können. In einer CDA Level 3 Aufbereitung werden nicht nur die Abschnitte maschinenlesbar kodiert, sondern auch die Einträge in den Abschnitten. In der Level 2-Aufbereitung werden LOINC-Klassifizierungen für die Abschnitte verwendet, für eine Aufbereitung auf Level 3 können z.B. ICD oder PZN Codierungen für die Codierung der Inhalte verwendet werden (VHitG 2006).

Abbildung 17 illustriert die Schachtelung der vorgestellten Konzepte in einem elektronischen Arztbrief im CDA Format mit einer Level 3 Aufbereitung, wie er im Zuge eines Austauschs von digitalen medizinischen Dokumenten über einen zentralen Web Service aussehen würde. Die Zielsysteme können die Komponenten des elektronischen Arztbriefes automatisiert verarbeiten, um sie in der Datenbankstruktur des Primärsystems ablegen zu können. Die Vermittlung des Arztbriefes kann auf verschiedenen Netzwerkprotokollen aufbauen, die den Transport zwischen den Systemen gewährleisten. In der Regel wird das Internetprotokoll TCP/IP verwendet.

---

<sup>16</sup> RIM wird von der Health Level Seven International publiziert: <http://www.hl7.org/implement/standards/>, zugegriffen am 16.04.2012

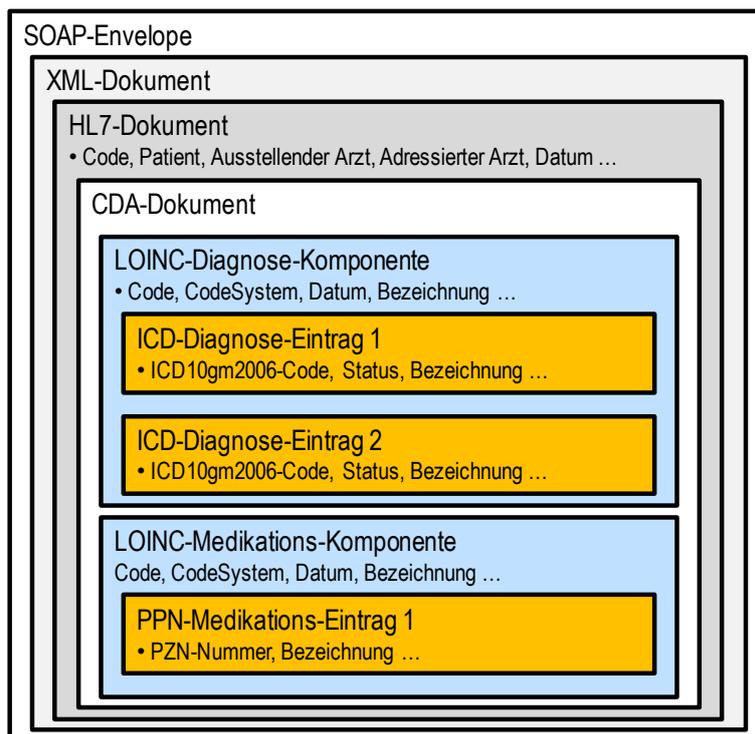


Abbildung 17 – Struktur eines HL7-CDA Dokuments beim SOAP Transport

Quelle: Eigene Darstellung

### 3.3 Die Telematikinfrastruktur

Die folgende Einführung gibt einen Einblick in Aufbau und Funktionalität der deutschen TI. Es werden dabei die wichtigsten Grundlagen der eGK und der TI vorgestellt, um dem Leser das Verständnis für die Problemstellung und das technische Umfeld zu vermitteln, in der später MWA auf Basis der TI konstruiert werden. In den Literaturhinweisen und Fußnoten wird auf die offizielle Spezifikation der gematik verwiesen, wo die detaillierten Fachkonzepte und -architekturen bereitgestellt werden. Die Arbeit basiert auf der Release-Version 4.0.0 vom 15.09.2009<sup>17</sup>. Die späteren Spezifikationen, die von der gematik veröffentlicht wurden, beschreiben nur einen eingeschränkten Umfang, da wesentliche Teile der TI in Folge der Akzeptanzprobleme auf unbestimmte Zeit verschoben wurden (vgl. Kapitel 3.5).

#### 3.3.1 Grundlegende Definitionen

„Der Begriff **Telematik** ist eine Kombination der Wörter "Telekommunikation" und "Informatik". Es handelt sich hierbei um die Vernetzung verschiedener IT-Systeme und daraus resultierend um die Möglichkeit, Informationen aus unterschiedlichen Quellen miteinander zu verknüpfen (gematik 2009).

<sup>17</sup> Vgl.: Internetseite der Gematik, Release 4.0.0, <http://www.gematik.de>, zugegriffen am 13.05.2012

Da vernetzte IS medizinische Informationen aus verschiedenen Quellen miteinander verknüpfen können und dies die Gesundheitsversorgung nachweislich verbessert, bauen deutsche Behörden gegenwärtig eine TI auf. Die TI soll Transaktionen und Datenspeicherung im Gesundheitssystem harmonisieren. Die übergreifende Erreichbarkeit von Daten und Diensten zielt auf die Reduktion von Behandlungskosten (vgl. Kapitel 1.1.2) und die Verbesserung der Behandlungsqualität (vgl. Kapitel 1.1.1). Als Oberbegriff für den Aufbau einer übergreifenden Gesundheitstelematik hat sich in der Öffentlichkeit der Begriff der eGK als Bezeichnung des Gesamtprojekts etabliert. In dieser Arbeit wird stattdessen der Begriff TI für das Projekt verwendet, der wie folgt definiert ist:

„Die **Telematikinfrastruktur im Gesundheitswesen** (TI) verbindet die IT-Systeme aus Arztpraxen, Apotheken, Krankenhäusern und Krankenkassen miteinander und ermöglicht so einen systemübergreifenden Austausch von Informationen. (gematik 2009)“

Die TI stellt die Basistechnik für das System der eGK bereit, welche verteilte und heterogene medizinische IS über eine gemeinsame Infrastruktur miteinander vernetzen soll (BMG 2005; Tuffs 2008). Die zu Grunde liegende serviceorientierte Architektur (SOA)<sup>18</sup> bietet zentrale Speicher- und Transaktionsdienste über standardisierte Web-Services oder einheitliche Speicherkarten an. Primärsysteme in den medizinischen Institutionen können diese in Anspruch nehmen, um miteinander zu interagieren. Der Konnektor, eine dezentrale Komponente, kapselt alle lokalen Aufgaben, wie Verschlüsselung und Kartenzugriff, und baut eine sichere „Virtual Private Network (VPN) Verbindung“ zu den zentralen Diensten auf (Fraunhofer 2005). Einheitliche Spezifikationen sollen sowohl ein standardisiertes Sicherheits- und Zugriffsmodell als auch Interoperabilität gewährleisten (gematik 2009a). Missbrauchsmöglichkeiten sollen durch Verschlüsselung von Daten und rollenbasierte Zugangsrechte für Leistungserbringer minimiert werden. Bisher wurden einige zentrale und dezentrale Dienste spezifiziert und getestet, die fachliche Anforderungen unterstützen sollen (Fachdienste) oder von der Infrastruktur für die entsprechenden Anwendungen benötigt werden (Infrastrukturdienste). Die gematik, eine Gesellschaft von Kostenträgern und Leistungserbringern, stellt hierfür sowohl ein Fachkonzept als auch eine Facharchitektur bereit. Die Verarbeitung der Daten ist bisher den Herstellern der Primärsysteme vorbehalten, die in den Institutionen des Gesundheitswesens eingesetzt werden.

Als TI wird demnach die technische Infrastruktur bezeichnet, die die Entwicklung, Planung, Bereitstellung und den Betrieb von telemedizinischen Aktivitäten im deutschen Gesundheitswesen bezeichnet. Telemedizin beschreibt die zeitliche und räumliche Entkopplung der Kontakte zwischen Ärzten und Patienten unter Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik“ (Schächinger et al. 1999). Telemedizinische Aktivitäten haben keine eindeutige Definition und Abgrenzung. Die Verwendung von Telemedizin soll in der vorliegenden Dissertation als Telekooperation von Leistungserbringern zur Erreichung

---

<sup>18</sup> Die abstrakten Grundlagen von SOA werden in Kapitel 5.2.2. im Rahmen der Architekturdiskussion für MWA dargestellt.

definierter Ziele im Gesundheitswesen verstanden werden. Die Betrachtung des Informationsmanagements im Gesundheitswesen wird dabei nicht nur als technische Vernetzung der IS der Leistungserbringer betrachtet, vielmehr werden auch medizinische, administrative und wirtschaftliche Prozesse, die auf einer IT-Infrastruktur abgebildet werden, einbezogen. Als Begriff für die Planung, Strukturierung, Steuerung und Bereitstellung von telemedizinischen Aktivitäten und Prozessen wird der Begriff e-Health verwendet:

“**e-health** is an emerging field in the intersection of medical informatics, public health and business, referring to health services and information delivered or enhanced through the Internet and related technologies [..]” (Eysenbach 2001).

Die Übersetzung des Begriffs kann nach (Prokosch H.U. 2001) mit dem Titel „der elektronischen Gesundheit“ wiedergegeben werden, in dieser Ausarbeitung wird jedoch der Begriff e-Health für die breiteren Aktivitäten beibehalten.

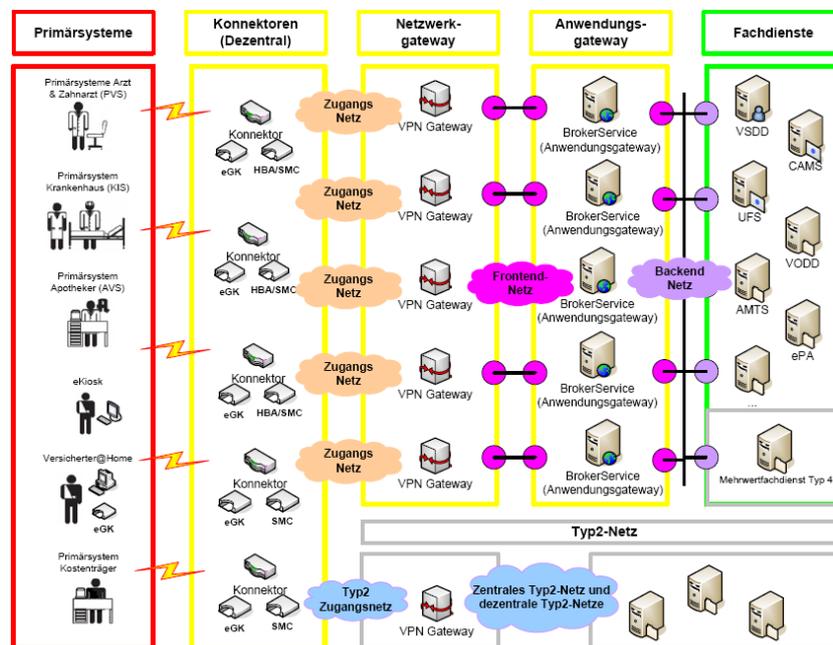
### 3.3.2 Architektur der deutschen Gesundheitstelematik

Die Gesamtarchitektur der TI gibt einen Überblick über das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten und deren Rolle im verteilten System der Gesundheitstelematik. Im vorliegenden Kapitel werden die folgenden Schichten der Telematik im Einzelnen beschrieben: die Primärsysteme, welche von Leistungserbringern dezentral genutzt werden, die Konnektoren und Broker, die Verbindungselemente zwischen dezentralen und zentralen Komponenten der TI sowie die Fach- und Mehrwertdienste, die zentralen Speichersilos für die medizinischen und personenbezogenen Datenobjekte (Abbildung 18). Die Sicherheitskonzepte der TI werden sowohl im Rahmen der Gesamtarchitektur als auch detaillierter im Kontext der jeweiligen Komponente der Gesamtarchitektur ausgeführt.

Die deutsche TI folgt dem Paradigma der serviceorientierten Architekturen (SOA). Es werden Austauschdienste für medizinische Daten als XML-Web-Services angeboten. Die Primärsysteme der Akteure im Gesundheitswesen, wie z.B. Apotheken-, Krankenhaus- oder Arztinformationssystem, sind die Nutzer der Telematikdienste (gematik 2009a). Akteure können die Telematikdienste im Rahmen einheitlicher und universell verfügbarer Spezifikationen der gematik aufrufen (gematik 2012). So sollen einheitliche Kommunikationsstandards etabliert werden, die Interoperabilität, Sicherheit und die Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen garantieren. „Die elementaren Grundgedanken der Service Orientierten Architektur (SOA) sind die Trennung der Zuständigkeiten nach fachlichen Gesichtspunkten sowie die Kapselung technischer Details (Richter/Haller/Schrey 2005).“

Das Architekturprinzip der Telematik umfasst die Unterstützung aller grundlegenden Merkmale einer SOA, welche die fachlichen Zuständigkeiten in drei Schichten unterteilt: (1) Die Fachdienste (grün) als Service-Provider Schicht, (2) die Primärsysteme als Service-

Consumer Schicht (rot) und (3) die zentrale und dezentrale Telematikschicht (gelb), die als Consumer/Provider-Interaktionstier fungiert.

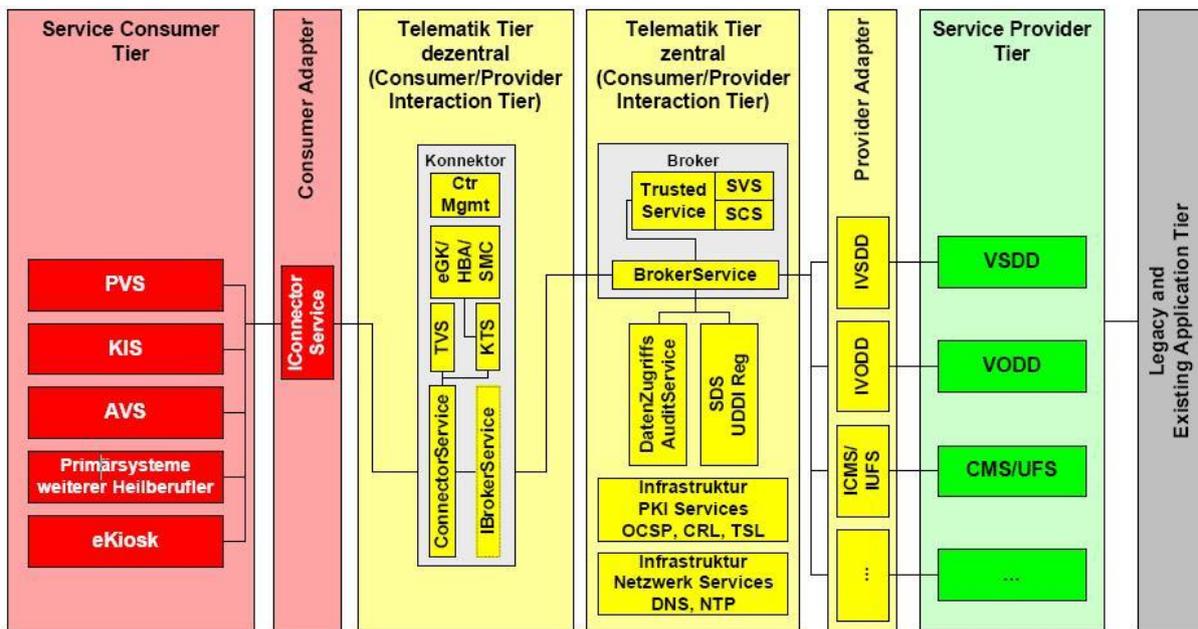


**Abbildung 18 - Verfeinertes Modell der TI**

*Quelle: gematik (2009a,26)*

Alle Elemente sind fachlich lose gekoppelt, wiederverwendbar und technisch voneinander unabhängig. Der Zugang zu jeder Architekturschicht wird durch Web-Services implementiert, die auf den technischen Standards WSDL1.1, SOAP1.1 und UDDI-V2 aufbauen (gematik 2009a, 48). Die Services implementieren das Intermediäre SOA Interaktionsmuster, die Anfrage des Service-Consumers wird an den Intermediär gesendet, durch den Intermediär bearbeitet und an den Service-Provider weitergeleitet. Antworten erfolgen wiederum über den Intermediär. Da beim intermediären Kommunikationsmuster keine Ende-zu-Ende Verbindung zwischen den Primärsystemen und den Fachdiensten aufgebaut wird, werden die Nachrichten durch Authentisierungsdienste gesichert, indem jede SOAP-Nachricht zunächst dezentral signiert wird. Danach verifiziert und ersetzt der zentrale Broker diese Signatur und anonymisiert die Anfrage. Der Fachdienst prüft die Zugangsberechtigung des Nachrichtenerstellers (gematik 2009a, 121). Den dezentralen Teil der Telematikschicht bildet der Konnektor, der lokale Dienste anbietet, um Nachrichten adäquat zu sichern, bevor sie die Institution der Leistungserbringer verlassen. Der zentrale Teil der Telematikschicht auditiert Zugriffe auf die Dienste der Service Provider und bietet eine Public Key Infrastruktur, um die Zertifikate der Nutzer zu verwalten.

Zentrale Bestandssysteme können an die Dienste in der Service Provider Tier angeschlossen werden. So können Daten aus dem Versichertenstammdatendienst oder Verordnungsdaten in Bestandssystemen von Krankenkassen verarbeitet werden (Abbildung 19).



**Abbildung 19 - Verfeinertes Modell der Telematik Tier**

*Quelle: gematik (2009a, 78)*

### 3.3.3 Die elektronische Gesundheitskarte

Die eGK bezeichnet im eigentlichen Sinn nur die physikalische Plastikkarte für Patienten. Diese stellt aber nur einen kleinen Teil der vollständigen Gesundheitstelematik dar. Die Karte enthält einen Smart-Card-Chip mit einem Speichervolumen von derzeit 32 oder 64 Kilobyte, auf dem lokal Patientenstammdaten und medizinische Notfalldaten unverschlüsselt gespeichert werden können (gematik 2009d). Diese Daten können von Leistungserbringern im Gesundheitssystem ohne Autorisierung ausgelesen werden, wenn sie im Besitz der physikalischen Karte sind. Elektronische Verordnungen können durch Ärzte verschlüsselt auf der Karte abgelegt und in Apotheken durch den Patienten entschlüsselt und eingelöst werden (gematik 2008b). Die Karte dient ferner als das Authentifizierungswerkzeug der Inhaber sowohl physikalisch, als Patientenausweis mit Lichtbild für den Besuch bei Leistungserbringern als auch elektronisch für den Zugriff auf die zentral gespeicherten Patientendaten, wie Rezepte, Arztbriefe oder Abrechnungen (gematik 2009d). Der auf der Karte enthaltene Mikroprozessor erlaubt die Authentifizierung des Patienten erst nach der Eingabe des PIN-Codes, der beim ersten Zugriff vom Patienten festgelegt werden muss. Zur Ver- und Entschlüsselung der zentral gespeicherten Daten, die meist nur verschlüsselt in den Fachdiensten abgelegt werden dürfen, enthält die Karte den privaten und einen öffentlichen Schlüssel des Patienten. Der private Schlüssel kann nicht aus der Karte ausgelesen werden. Die Entschlüsselung erfolgt ausschließlich im Mikrochip der Karte. Dadurch ist es nicht möglich, Dokumente ohne den Besitz der Karte zu entschlüsseln (gematik 2009d). Leistungserbringer im Gesundheitssystem erhalten den Heilberufsausweis (HBA), dieser stellt das Pendant zur eGK dar (gematik 2009a). Er enthält wie die eGK die Schlüssel der Leistungserbringer. HBA und eGK werden durch die dezentrale Komponente Kartenleser

verwaltet, der über den Konnektor mit Primärsystemen und zentraler Telematikinfrastruktur verbunden ist.

### 3.3.4 Primärsysteme

Als Primärsysteme gelten im Kontext der Telematik alle Systeme, die Dienste der Fachdienste nutzen, also Informationen an die zentralen Speicherorte weitergeben oder diese abrufen. Primärsysteme sind nicht Teil der TI, sondern technisch gesehen nur Dienstanutzer. Sie unterliegen damit nicht den Spezifikationen der gematik (gematik 2008e). Dies sind PVS, KIS oder Apothekenverwaltungssysteme (AVS), also Anwendungssysteme mit denen Leistungserbringer in medizinischen Institutionen ihre medizinischen und administrativen Aufgaben erledigen. Medizinische Daten werden mit Hilfe der Primärsysteme erzeugt, oder aus medizinischen Geräten in diese überführt und danach in den Fachdiensten verfügbar gemacht. Wenn Primärsysteme Daten aus den Fachdiensten nutzen wollen, so müssen diese vorher über den Konnektor an die Telematikinfrastruktur angebunden werden. Primärsysteme kommunizieren mit den als Webservices implementierten Schnittstellen der Fachdienste über die dezentralen Verbindungsobjekte des Konnektors (gematik 2009a, 28).

### 3.3.5 Konnektoren

Der Konnektor ist der dezentrale Teil der Consumer/Provider Interaktionstier. Er stellt also die Schnittstelle zwischen den Primärsystemen und den zentralen Diensten der Telematik dar. Konnektoren sind dezentrale Komponenten, die sich auf Seite der Dienstanutzer befinden. Ein Konnektor ist bisher in zwei Ausprägungen spezifiziert: Der Einboxkonnektor für bis zu 50 Anwender, und der Mehrkomponentenkonnektor für große Krankenhäuser und Institutionen (gematik 2009b, 29). Der Konnektor bietet Dienste für die lokale Anbindung von Kartenterminals, vertrauenswürdigen Anzeige Komponenten für Patienten und Primärsystemen, sowie Kontroll-Management, Verbindungssteuerung und einem dezentralen Broker Service. Hier werden Anfragen und Datenobjekte der Primärsysteme strukturiert, SOAP-Nachrichten erstellt, diese synchron ver- und entschlüsselt und deren Digest über den Kartenleser signiert, bevor sie an die Broker, die zentralen Zugangspunkte der Fachdienste, weitergeleitet werden, die mit den Fachdiensten kommunizieren (gematik 2009a, 121). Die Kommunikation mit den zentralen Diensten geschieht ausschließlich über den Konnektor, er kapselt und verarbeitet eigenständig lokale auszuführende Transaktionen und leitet Kommunikationsanfragen an die zentralen Dienste eigenständig weiter und stellt dafür einen sicheren VPN-Kanal mit den zentralen Diensten her. Der Konnektor vereinfacht so die Nutzung der Telematik, indem er Dienstanutzern eindeutige Schnittstellen anbietet und die weitere Kommunikation innerhalb der Telematik selbständig nach dezentralen und zentralen Aufgaben organisiert.

### 3.3.6 Broker

Der Broker ist der zentrale Teil der Consumer/Provider-Interaktionstier und erlaubt die zentrale Verarbeitung von Anfragen zwischen dezentralen Konnektoren und zentralen Fachdiensten. Der Zugang zu serverbasierten Anwendungsdiensten wird über Anwendungs-

gateways, so genannte Broker Services, gesteuert und geschützt. Der Broker Service ist die zentrale Dienste vermittelnde („intermediäre“) Komponente der TI. Hier werden die Zugriffe der Leistungserbringer anonymisiert, alle kommunikationsgebundenen, personenbezogenen Daten der Signatur entfernt und durch die Signatur des zentralen Dienstes ersetzt. Ferner werden alle versuchten oder erfolgten Online-Datenzugriffe für die Datenschutzkontrolle der Versicherten auditiert. Durch die Lokalisierung von serverbasierten Anwendungsservices werden Verbindungen zwischen Konnektoren und Fachdiensten auf eine beschränkte Anzahl von Gateways, anstatt vieler Punkt-zu-Punkt Verbindungen gebündelt (gematik 2009a, 27).

### 3.3.7 Dienste der Gesundheitstelematik

Die Fach- und Mehrwertdienste stellen die eigentlichen Kernbereiche der Gesundheitstelematik dar. Hier werden patientenbezogene medizinische und administrative Daten zentralisiert oder auf Smart Cards gespeichert, so dass sie von berechtigten Personen aus Heilberufen dezentral genutzt werden können. Die Daten werden im XML Format codiert, mit dem privaten Schlüssel vom HBA signiert und verschlüsselt an die zentralen Server der Telematik oder den Kartenchip übertragen. Der Zugriff ist technisch unabhängig von Autor oder Ort der Erfassung. Notwendig ist nur die Autorisierung durch den Patienten und die Authentifizierung des zugreifenden Leistungserbringers durch den HBA. Der Zugriff wird objekt- oder servicebezogen reguliert, gilt also für ein Dokument oder einen gesamten Fachdienst, indem ein Ticketdienst individualisierte Zugriffsrechte einräumt. Die Rechte werden differenziert auf die Berechtigten abgebildet (gematik 2008a).

Die Dienste der TI können in drei Klassen aufgeteilt werden:

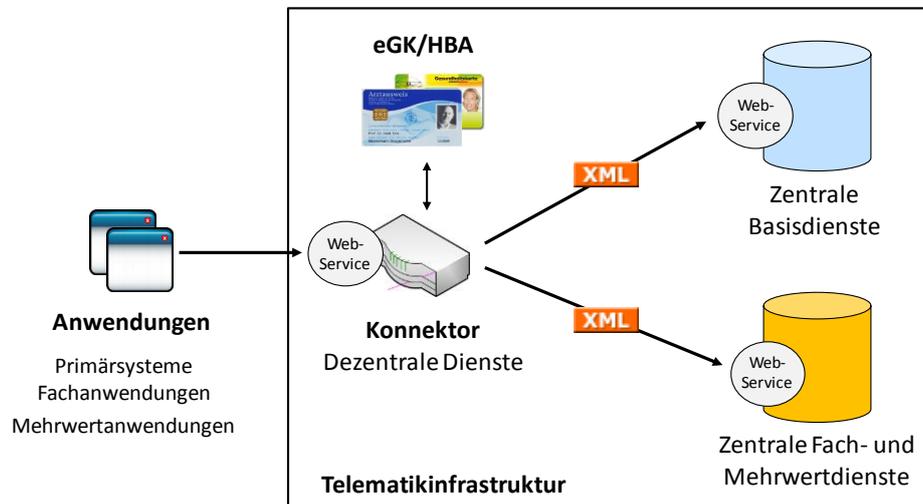
- Basis- und Infrastrukturdienste
- Fachdienste
- Mehrwertdienste<sup>19</sup>

Die TI stellt **Basisdienste** als lokale oder zentrale Web-Services zur Verfügung, die es ermöglichen einheitliche Authentifizierung, Autorisierung, Signatur und Verschlüsselung in den Anwendungen zu erreichen. Die Basisdienste werden ausschließlich von der gematik spezifiziert, garantieren ein übergreifendes Sicherheitsniveau und regeln gesetzliche Richtlinien, wie Signaturbefähigung und Sichtbarkeit von Patientendaten. Alle Dienste sind über den Konnektor erreichbar, der die Schnittstellen als vordefinierte Web-Services anbietet. In Arztpraxen ist dieser Konnektor eine Hardwarekomponente mit einem eingebetteten System. Der Konnektor stellt einige Dienste, wie Verschlüsselung, Digitale Signatur oder Kartenmanagement, lokal bereit, und verbindet sich bei Bedarf mit den zentralen Diensten der TI (gematik 2009b).

---

<sup>19</sup> Mehrwertdienste werden in Kapitel 3.4 eingeführt.

Auch medizinische und administrative **Fachdienste** werden von der gematik spezifiziert. Ihre Nutzung kann verpflichtend sein, wie der Abgleich von Versichertenstammdaten, oder freiwillig, wie das Anlegen eines Notfalldatensatzes.



**Abbildung 20 – Telematikinfrastruktur**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Gegenwärtig liegen Spezifikationen der gematik für den Versichertenstammdatendienst (VSDM), den Notfalldatendienst (NFD), den Verordnungsdatendienst (VODD) und die Mehrwertkommunikation für Leistungserbringer (MKLE) vor (gematik 2008b; gematik 2008c; gematik 2008g).

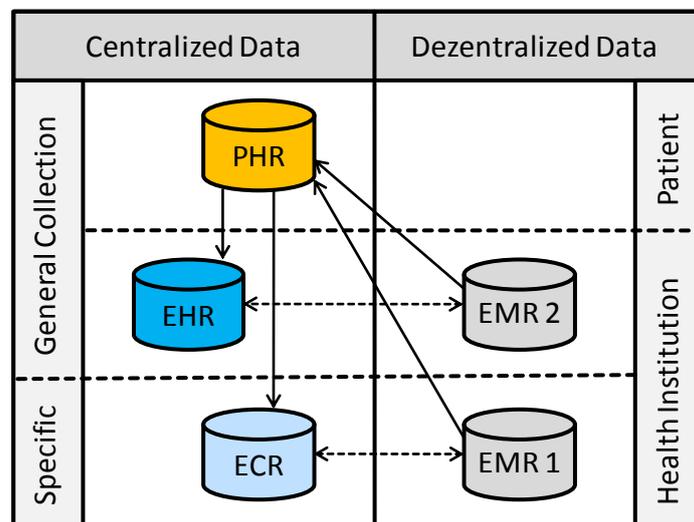
Man unterscheidet die Dienste ferner nach freiwilligen Anwendungen und verpflichtenden Anwendungen. Die Pflichtanwendungen müssen von allen Versicherten des deutschen Gesundheitswesens genutzt werden, während die freiwilligen Anwendungen nur nach Einwilligung des Patienten genutzt werden können. Ferner werden Online- und Offline-Dienste unterschieden, Offline Dienste speichern Daten direkt auf der Karte, Online-Dienste hingegen auf den zentralen Servern (gematik 2009a). In mehreren Ausbaustufen sollte der Umfang der freiwilligen Anwendungen der eGK ab 2006 erweitert werden. „Von Anfang an stehen die Notfalldaten für die Versicherten zur Verfügung, weitere Anwendungen wie der elektronische Arztbrief, das Patientenfach, die Patientenquittung und - als höchste Ausbaustufe - die elektronische Patientenakte, kommen später hinzu“ (gematik 2006). Nach der gegenwärtigen Beschlusslage sollen diese Dienste, mit Ausnahme des verworfenen VODD, in späteren Ausbaustufen der TI realisiert werden (vgl. Kapitel 3.5.2).

### 3.3.8 Elektronische Patientenakte (Zentraler Ansatz)

Als Beispiel für einen freiwilligen Fachdienst wurde in den Architekturspezifikationen eine serviceorientierte elektronische Patientenakte (ePA) vorgesehen, die allen autorisierten Ärzten medizinische Daten eines Patienten über einen zentralen Dienst zur Verfügung stellt. Für einen solchen Fachdienst liegen bisher keine Spezifikationen vor, die Realisierung dieses Projektes ist wegen geringer Akzeptanz ungewiss (gematik 2006). In der Praxis werden viele

Namen für ePA verwendet. Um die Namenskonventionen von Patientenakten klarzustellen, gruppiert Abbildung 21 die Akten nach den Dimensionen: Anbieter-, Speicherungs- und Nutzungsperspektive, die Akten nach (Dünnebeil et al. 2010b) folgendermaßen definieren:

- “The Electronic Medical Records (EMR) comprise local documentation, which is created, maintained, and used by one medical institution and does not have any patient access. Several EMR exist within the public health system without being synchronized.”
- “Electronic Health Records (EHR) contain the lifelong medical information of a patient, and consist of shared medical documentation which can be accessed by several health care providers.”
- “Electronic Case Records (ECR) comprise a context oriented selection of data for a specific medical case maintained by several care providers.”
- “Personal Health Records (PHR) contain the lifelong medical information of a patient and are maintained by patients.”



**Abbildung 21 - Klassifizierung von elektronischen Patientenakten**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2010b)

Eine PHR ist durch Patienten einsehbar. Ferner können Patienten eigene Daten in eine PHR laden, bspw., um sie mit einem Arzt zu teilen. Man spricht bei einer PHR von einer patientengeführten Akte. Eine EHR ist eine rein arztgeführte Behandlungsdokumentation, die nicht dem direkten Zugriff von Patienten unterliegt. Eine solche Akte kann entweder eine übergreifende Sammlung aller medizinischer Daten eines Patienten sein, wie es in einer EHR vorgesehen ist, oder sich auf die Behandlung eines speziellen Falles oder einer bestimmten Diagnose beziehen. In diesem Fall spricht man von einer ECR oder einer Fallakte<sup>20</sup>. Während

<sup>20</sup> Das Projekt der Elektronischen Fallakte (eFA) realisiert eine digitale, kontextbezogene und serviceorientierte Akte in Anlehnung an die Spezifikationen der gematik, um fallbezogene Behandlungsdaten für einen bestimmten Zeitraum über einheitliche Schnittstellen für Ärzte bereitzustellen. Vgl. <http://www.fallakte.de/>, zugegriffen am 22.08.2012

eine EHR auf einem zentralen Server gespeichert wird und über das Internet eine Nutzerschnittstelle bzw. einheitliche Schnittstellen anbietet, um sie einer verteilten Gruppe von Nutzern zugreifbar zu machen oder sie in die Anwendungen von Leistungserbringern einzubinden, sind EMRs institutionsinterne Dokumentationen, die nicht außerhalb der bereitstellenden Institution zugreifbar sind (Dünnebeil et al. 2010b). Nach SGB5, §291a müssen Patienten alle medizinischen Daten für Leistungserbringer anderer Institutionen freigeben, bevor diese auf die Daten zugreifen dürfen. Daher kann der Zugriff Dritter auf EHRs und ECRs nur über PHR oder andere Patientenapplikationen autorisiert werden, da Patienten ein Werkzeug brauchen, um die Daten vorher einzusehen und diese explizit freizugeben (Dünnebeil et al. 2010b).

Zentrale Patientenakten bieten eine Reihe von Vorteilen. Die Darstellung der medizinischen Daten ist für alle behandelnden Ärzte einheitlich, da eine Anzeigekomponente von zentraler Stelle spezifiziert wird. Die Akte befindet sich an einem zentralen Ort, wird also in der Regel auf einem Server betrieben, zu dem verschiedenen Leistungserbringern Zugriff gewährt werden kann. So gibt es nicht die Gefahr von asynchronen Informationen, alle behandelnden Ärzte haben theoretisch den gleichen Wissensstand über einen Patienten (Tang et al. 2006). Die Daten können einfach zentral gesichert und gespiegelt werden, die Gefahr von Datenverlusten ist minimal. Der Nachteil bei zentralen Patientenakten ist, dass ein Unbefugter, wenn er Zugriff auf die zentrale Patientenakte erlangt, theoretisch die Möglichkeit hat, alle Daten einzusehen (Kaletsch/Sunyaev 2011). Im Falle der deutschen Telematik wäre es hierfür notwendig, sich sowohl die Karte einer autorisierten Person zu beschaffen als auch die PIN zur Entschlüsselung der Daten (gematik 2008a). Der Ausfall der Infrastruktur kann dazu führen, dass Daten nur eingeschränkt oder gar nicht verfügbar sind. Ferner besteht die Gefahr einer Datenflut, die dazu führt, dass die Einsicht in zentrale Akten aufgrund der Vielzahl an Dokumenten vernachlässigt wird. Fachärzte bspw. aus einer Vielzahl an Dokumenten jene Daten herausuchen, die für den Behandlungsfall relevant sind.

### 3.3.9 Elektronischer Arztbrief (Dezentraler Ansatz)

Der Vorteil des dezentralen Ansatzes ist es, dass keine Daten an einem zentralen Ort vorgehalten werden. Die Daten werden in einem so genannten Austauschformat von einem Leistungserbringer über einen Austauschserver zum nächsten verschickt. So kann bspw. der Hausarzt die Daten für den Facharzt filtern, da dieser nicht die gesamte Historie des Patienten benötigt. Jeder verschickte Datensatz kann von seinem Absender signiert werden und die Urheberschaft nachvollzogen werden. Erlangt ein unbefugter Zugang zu einem Austauschserver, so können nur Daten, die noch nicht abgerufen wurden gestohlen werden. Nachteilig ist hingegen, dass die Dokumente nicht in jedem Falle synchronisiert sind. Wird die gesamte Medikation eines Patienten in einer zentralen Akte vorgehalten, so können mögliche Arzneimittelinteraktionen direkt abgeglichen werden. Werden die Daten zwischen Leistungserbringern ausgetauscht, so ist die Vollständigkeit und Aktualität nicht gewährleistet. Ferner muss die Kommunikation geregelt werden, etwa mit vorgefertigten Formularen, damit ein standardisierter Verarbeitungsprozess erreicht werden kann.

Das elektronische Versenden und Verarbeiten von medizinischen Daten stellt höhere Anforderungen als das Versenden einer normalen E-Mail. Medizinische Daten sollen niemals unverschlüsselt übertragen werden, damit gewährleistet ist, dass kein Unbefugter die Daten auf der Leitung abgreifen kann (gematik 2008a). Der Empfänger muss ferner verifizieren können, dass die Daten wirklich vom angegebenen Absender stammen, besonders wenn die Informationen medizinische Entscheidungen beeinflussen. Die übertragenen Daten sollten maschinenlesbar sein, damit sie der Empfänger nicht nochmals abtippen muss, sondern direkt in das lokale Zielsystem übernehmen kann.

Die parallele Verwendung von verschiedenen Programmen führt oft zu asynchronen Datenbeständen, die zu Fehlbehandlungen nach sich ziehen können. Arbeiten Leistungserbringer mit einer verteilten Behandlungsdokumentation ist es essenziell, dass die Daten von beiden Seiten einheitlich interpretiert werden, damit Missverständnisse oder falsche Schlüsse ausgeschlossen werden. Hierzu bedarf es übergreifender Konventionen, wie z.B. der Kodierung von Diagnosen nach ICD-10, um ein gemeinsames Verständnis der Inhalte zu haben. Lösungen verschiedener Hersteller müssen, unter Berücksichtigung der genannten Kriterien, kompatibel sein, da es unwahrscheinlich ist, dass nur Leistungserbringer, die Produkte eines Herstellers nutzen, miteinander kooperieren. Abbildung 22 zeigt, welche Vorteile bezüglich Lesbarkeit, Strukturierung, Standardisierung und automatisierter Verarbeitung die dezentrale Kommunikation über einen elektronischen Arztbrief im Vergleich mit manuell erstellter Papierdokumentation bringen kann.

**Anamnese:**  
Seit Jahren wiederholt chronische Bronchitiden besonders bei kalter Luft. Bei Anstrengung expiratorische Atemnot. Kontakt mit Haustieren.

**Befund:**

**Pricktest:**

Birke	+++	Gräser-Mix	+++	Hausstaubmilbe 1	-
Haselstrauch	+++	Kammgras	++	Hausstaubmilbe 2	-
Erie	-	Roggen	++	Schafwolle	-
Hainbuche	-	Quecke	+	Rottbuche	-
Eiche	-				

Keine Reaktion auf weitere Pollen, Katzen- / Hundehaare, Schimmelpilz.

**Pulmo:** Basal diskrete RGS.  
**Cor:** oB  
**Abdomen:** weich, Peristaltik+++  
**Muskulatur:** atrophisch  
**Mundhöhle:** Soor, Haarleukoplakie  
**Haut:** blass, seborrhoisches Ekzem. Schleimhäute blass, Hautturgor herabgesetzt.  
**Neuro:** herabgesetztes Vibrationsempfinden der Beine, distal betont. Parästhesien der Beine, PSR, ASR oB und selbsteigentlich.

**Diagnosen:**

J45.0	G	Allergisches Bronchialasthma
J43.9	A	Ausgeschlossen: Lungemphysem
J31.1	V	Verdacht auf Allergische Rhinopathie durch Pollen

**Laborparameter:**

Methode	Normbereich	25.06.05	26.06.05	28.06.05	29.06.05	Einheit
HB	13.5-16.5	12.7	13.3	13.6	11.9	g/dl
THRO	150-400	147	250	325	215	10 <sup>9</sup> /l
LEUKO	4-9.4	7.98	8.34	7.47	4.56	10 <sup>9</sup> /l
CD4_ABS	500-1000		30			%/ul
AMYL	6-34		40			U/l
G-GT	5-28		14	21		U/l

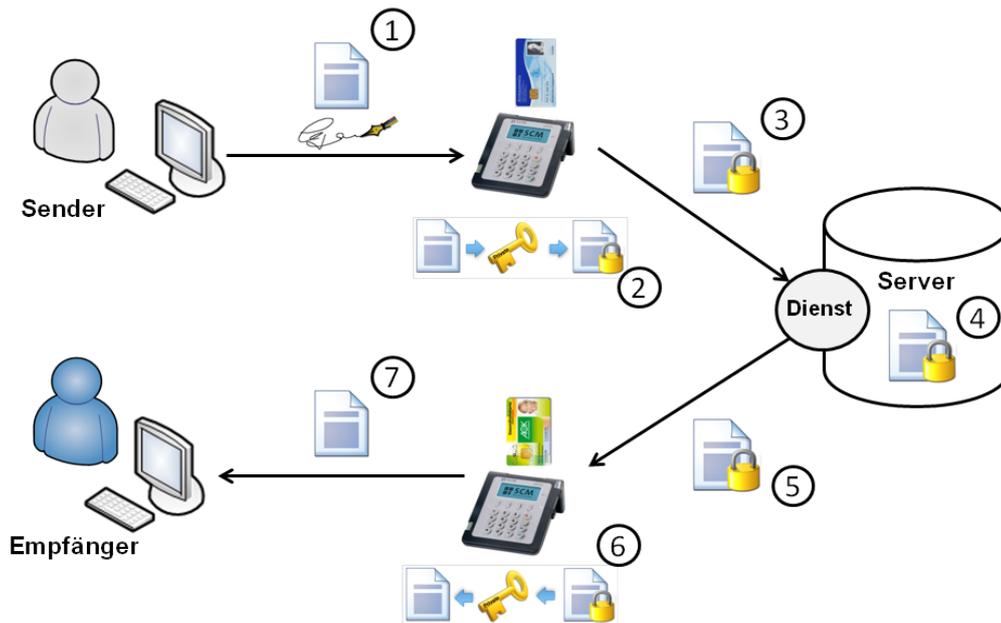
**Röntgen:**  
26.05.2005: Röntgen Thorax: o.B.  
**Fremdbefunde:** -

**Abbildung 22 – Ein traditioneller und ein elektronischer Arztbrief**

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (VHitG 2006)

Das folgende Beispiel zeigt, in vereinfachter Form, wie Daten über die Gesundheitstelematik ausgetauscht werden können (Abbildung 23). Der Sender exportiert relevante Daten aus seinem lokalen System, überführt sie in ein standardisiertes digitales Formular und signiert

die Daten mit dem HBA (1). Das Dokument wird für einen Empfänger verschlüsselt (2), der Sender authentifiziert sich am Zielsystem und übermittelt die über eine Schnittstelle, auch Dienst genannt, an einen zentralen Server (3). Dort liegen verschlüsselte Datenpakete für den Empfänger bereit (4), wo sie nur von dem vorgesehen Adressaten abgerufen werden können (5). Der Empfänger entschlüsselt das Dokument mit HBA oder eGK und überträgt die Daten in das Zielsystem (6). Vorher kann die Integrität der Signatur verifiziert werden.



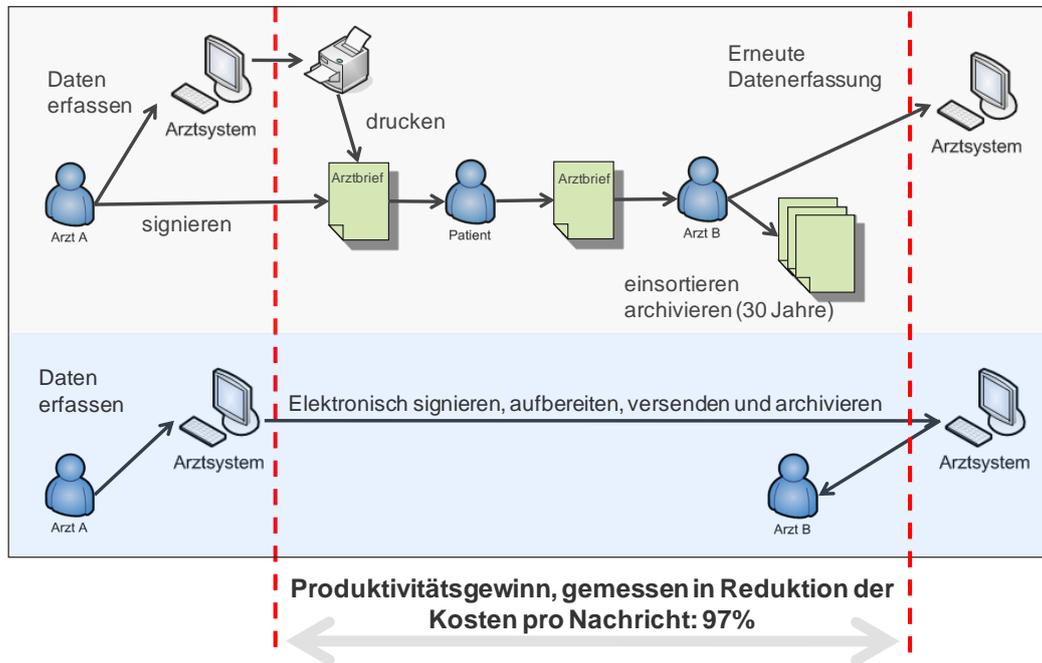
**Abbildung 23 – Austausch eines Arztbriefes über die TI**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Das dänische Health Data Network etablierte 1994 eine einheitliche Infrastruktur zum nachrichtenbasierten Datenaustausch zwischen medizinischen Institutionen. Drei Jahre nach dem Projektstart konnte die Gewinnzone erreicht werden. Der geschätzte Produktivitätsgewinn, gemessen in Reduktion der Kosten pro Nachricht, wird inzwischen auf 97% taxiert. Das Projekt „Apoteket eRecept and ePrescribing“ entwickelte ab dem Jahr 2000 in Schweden eine einheitliche Kommunikationsinfrastruktur zur elektronischen Abwicklung von Rezepten. Der Produktivitätsgewinn bei Verschreibungen, durch einen durchgehenden Informationsfluss ohne Medienbrüche, liegt bei 58%. Außerdem konnte eine Verringerung der Fehlverschreibungen und Dosierungen um ca. 15% erreicht werden (European Commission 2007).

Die Migration solcher Prozesse auf interoperable elektronische Medien hat in anderen Ländern der Europäischen Union zu Kostensenkungen von bis zu 97% pro Nachricht geführt (Stroetmann et al. 2006). Angesichts des hohen Kostendrucks im deutschen Gesundheitswesen und der eventuellen Behandlungsfehler, die auf Grund von asynchronen Datenbeständen entstehen könnten, ist eine telematikbasierte Digitalisierung der vorgestellten

Prozesse erstrebenswert (European Commission 2007). So können, wie in Abbildung 24 illustriert, einige Aktivitäten vollständig oder teilweise automatisiert werden.



**Abbildung 24 – Effizienzsteigerungen durch Telematikanwendungen**

Quelle: In Anlehnung an (Stroetmann et al. 2006)

Potentielle Dokumente, die so ausgetauscht werden können, sind bspw. elektronische Arztbriefe, Verordnungen, Abrechnungsdaten, Krankenhauseinweisungen, Überweisungen, oder Arbeitsunfähigkeitsbescheinigungen. Bei diesem Ansatz werden Daten von dem zentralen Server gelöscht, sobald sie vom Adressaten abgerufen wurden. Es ist auch möglich, Daten permanent auf einem zentralen Server vorzuhalten. Möchte man eine zentrale Patientenakte realisieren, so werden die Patientendaten längerfristig gespeichert und können von autorisierten Leistungserbringern jederzeit abgerufen und im Praxissystem entschlüsselt und angezeigt werden.

Die Infrastruktur ist keine Entscheidung für einen zentralen oder einen dezentralen Ansatz. Die eGK und die Telematikinfrastruktur ermöglichen grundsätzlich beide Ansätze. Jeder Arzt sollte sich eine Meinung bezüglich der Vorteile beider Ansätze bilden.

### 3.4 Telematikbasierte Mehrwertdienste und ihr Anwendungen

Die deutsche TI sieht, neben gesetzlich vorgeschriebenen Anwendungen, wie etwa dem VSDM, auch Nutzungsszenarien vor, die nicht direkt durch den Gesetzgeber geregelt sind. Mehrwertdienste der TI und deren Nutzung durch Anwendungen - sogenannte Mehrwertanwendungen - werden demnach nicht von staatlichen Institutionen spezifiziert. Die TI stellt dabei Basisdienste als lokale oder zentrale Web Services zur Verfügung, deren

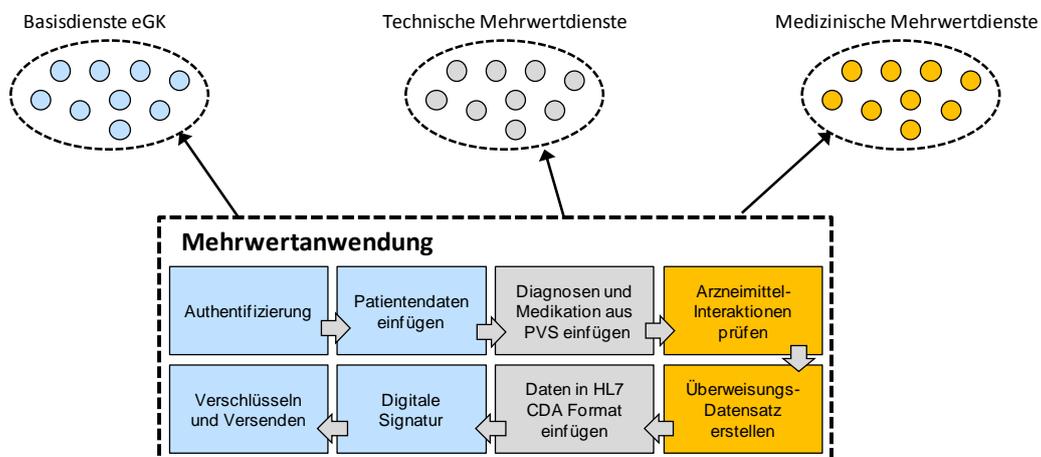
Verwendung es ermöglichen, einheitliche Zugangsmechanismen, Interoperabilität und Sicherheitsstandards in den Anwendungen zu erreichen. In Folge der Standardisierung zeigen alle telematikbasierten MWA ähnlich Charakteristika (Neuhaus/Deiters/Wiedeler 2006). MWA sind als solche nicht Teil der TI und sollen für eine Nutzergruppe der Gesundheitstelematik, z.B. Patienten, Ärzte, Pfleger, einen Mehrwert bereitstellen.

### 3.4.1 Mehrwertanwendungen der eGK

Um das Angebot nicht nur auf die von staatlicher Seite spezifizierten Fachanwendungen zu beschränken, wird, unabhängig von der Umsetzung der Pflichtanwendungen aus §291a in den Primärsystemen, die Entwicklung und Bereitstellung von MWA durch unabhängige Entwicklergruppen angestrebt. Die Anwendungen können Komponenten der TI, wie Karten, dezentrale oder zentrale Dienste verwenden (gematik 2009a), um bestehende Abläufe und Aufgaben zu vereinfachen oder neue Anforderungen zu implementieren, etwa in Praxisnetzen oder medizinischen Versorgungszentren (Dünnebeil et al. 2011c). So erhalten medizinische Institutionen und Softwareanbieter die Möglichkeit, eigene Anforderungen zu implementieren und auf die bestehenden Funktionalitäten der Dienste zurückzugreifen. Die gematik, die Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte, spezifiziert eine MWA als:

Eine **MWA** bezeichnet eine „[...] verteilte Anwendung bestehend [...] aus der Summe aller Schnittstellen, Protokolle und Komponenten, die für die Umsetzung eines fachlichen Use Cases notwendig sind“ (gematik 2009a).

Um Patienten MWA im Umfeld der serviceorientierten TI anzubieten, können die Funktionalitäten der Anwendung als Services realisiert werden (Krafzig/Banke/Slama 2004). Einzelne Services können wiederum kombiniert und orchestriert werden, um einen medizinischen Prozess abzubilden. Abbildung 25 zeigt schematisch eine MWA, die innerhalb eines Ärzteverbands eine qualitätsgesicherte Überweisung elektronisch abbildet.



**Abbildung 25 – Komponenten einer Mehrwertanwendung und deren Interaktionen**

(Dünnebeil et al. 2011c)

Die Intensität der Nutzung der TI wird dabei in vier Typen eingeteilt, jeder Typ einer MWA erhält eine Klassifizierung von 1-4, wobei MWA vom Typ1 die geringste Nutzung der TI aufweisen und MWA von Typ4 die höchste. Der Konnektor bietet entsprechend drei dedizierte APIs und einen transparenten Kanal an, die genutzt werden können, um aus einer medizinischen Anwendung eine MWA zu machen.

**MWA vom Typ1** nutzen nur Dienste des dezentralen Konnektors, also jede, die lokal in der Institution der Leistungserbringer in Anspruch genommen werden können. Dies geschieht über eine dedizierte Typ1-API des Konnektors für MWA. So können Karteninformationen von der eGK gelesen werden, z.B. die Versichertenstammdaten. Die digitale Signatur eines Arztes kann erstellt und Daten verschlüsselt werden (gematik 2009a, 62).

**MWA vom Typ2** sprechen über den Konnektor ein sicheres Netz von Diensten an, die nicht im Rahmen der TI spezifiziert wurden. Der Konnektor baut dabei eine sichere Verbindung in das Typ2-Mehrwertnetz auf, ohne dass im Rahmen dieser MWA zentrale Dienste der Service Provider Tier genutzt werden. Dies soll einen sicheren und transparenten Kanal zu zentralen Diensten herstellen und dabei das größtmögliche Maß an Freiheit bei der Wahl der Technologien schaffen (gematik 2009a, 63).

**MWA vom Typ3** sprechen eine zusätzliche API an, um die zentralen Infrastrukturdienste der TI in den Anwendungen zu nutzen. Dies sind primär der Verzeichnisdienst für Zertifikate von Leistungserbringern und ein Online Certificate Status Protocol (OCSP) Zugang, um die Gültigkeit von Zertifikaten zu überprüfen, etwa um eine digitale Signatur zu validieren. Ähnlich wie Typ2-MWA können Typ3-MWA die Mehrwert-API für die Verwendung lokaler Dienste des Konnektors nutzen. So kann bspw. eine Punkt-zu-Punkt Kommunikation zwischen Leistungserbringern gesichert werden, indem eine Nachricht erst lokal signiert, das Zertifikat des Empfängers aus den zentralen Diensten ausgelesen und verifiziert und anschließend über die lokale API des Konnektors für den Empfänger verschlüsselt wird (gematik 2009a, 63).

**MWA vom Typ4** entsprechen dem Sicherheitsniveau von zentralen Fachanwendungen, die in §291a spezifiziert wurden, und nutzen alle Sicherheitsmechanismen der dezentralen und zentralen TI. Die Typ4-API wird entsprechend der Funktionen der MWA über den Konnektor vom Hersteller angeboten, die Nutzung der dezentralen und zentralen Infrastrukturdienste erfolgt implizit, indem alle Sicherheitsmechanismen automatisiert im Rahmen des Aufrufs der Schnittstelle eingebunden werden. Ein zentraler Typ4-Mehrwertdienst, wie er für die Umsetzung der Mehrwertkommunikation für Leistungserbringer spezifiziert wurde, darf entsprechend nur signierte und verschlüsselte Daten halten, der Zugriff muss durch den Patienten - konform zu §291a - für Adressaten freigegeben werden und kann nur mit einem gültigen HBA erfolgen (gematik 2009a, 64). Abbildung 26 gibt einen Überblick über die Mehrwert-APIs.

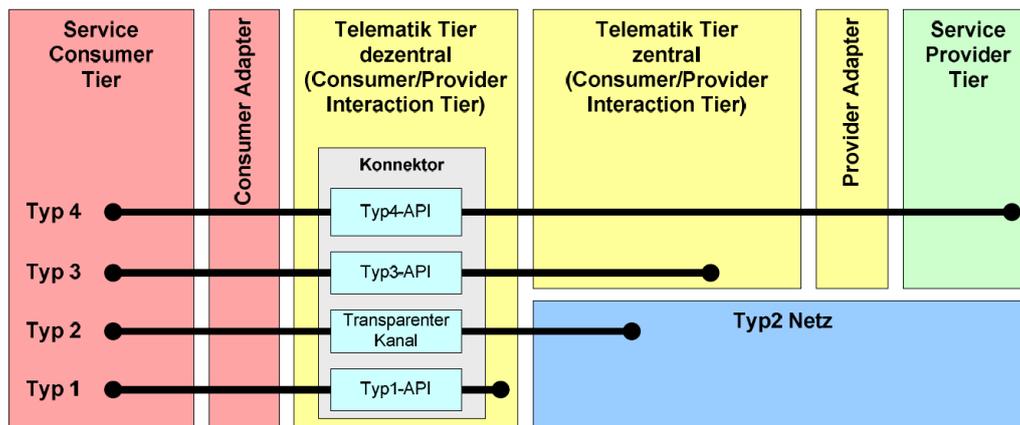


Abbildung 26 – Unterscheidung der Typen von MWA

Quelle: gematik (2009a, 231)

### 3.4.2 Mehrwertfachdienste der eGK

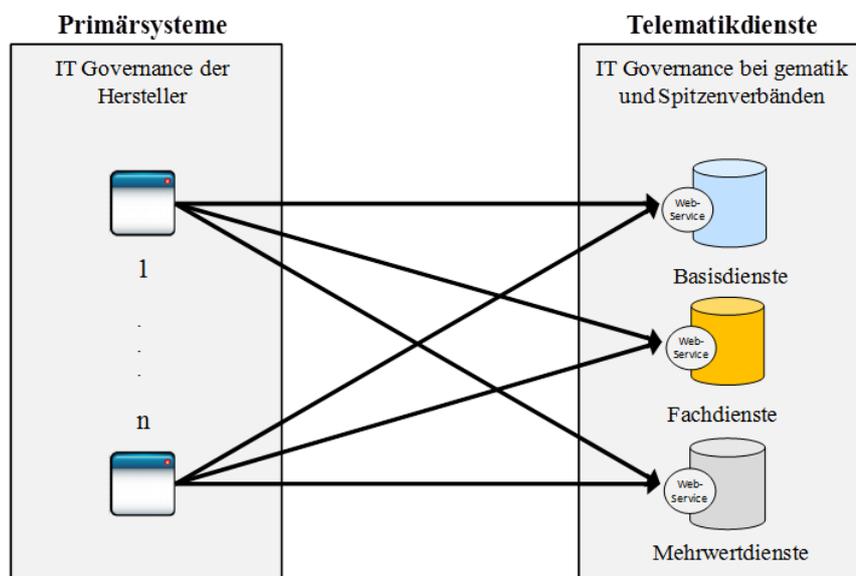
MWA vom Typ4 bestehen aus den Komponenten Dienstnutzer (Primärsystem oder MWA), den zentralen und dezentralen Komponenten der TI sowie aus einem Dienst in der Service Provider Tier. Während die Primärsysteme nicht Teil der TI und die zentralen und dezentralen Telematikdienste standardisiert sind, können die Dienste der Service Provider Tier aus fachlichen Gesichtspunkten entworfen werden. Die KBV wurde mit der Spezifikation eines MWD zur Kommunikation zwischen Leistungserbringern (KOM-LE) beauftragt, der medizinische und technische Anforderung in der digitalen Kommunikation zwischen Ärzten umsetzen soll. Mit dem MWD können einheitliche elektronische Arztbrief zwischen den Institutionen des Gesundheitswesens ausgetauscht werden (VHitG 2006). Die MWA nutzt dabei u.a. die Telematikdienste zur Digitalen Signatur, Verschlüsselung oder den Verzeichnisdienst. Weitere MWD sind möglich, um weitere Funktionen bereitzustellen, die zur strukturierten Behandlung benötigt werden. Die Spezifikation eines MWD umfasst in der Regel die Struktur der auszutauschenden Nachrichten, ein Sicherheitskonzept und die Aufrufsyntax des Konnektors. MWD die im Rahmen von Typ4-MWA angesprochen werden definiert die gematik als Mehrwertfachdienst (gematik 2008d). Die allgemeine Definition von MWD wird wie folgt beschrieben:

Als **Mehrwertdienst** wird eine zentrale Anwendungskomponente einer Mehrwertanwendung bezeichnet. Dies kann sich sowohl auf einen Server in einem Mehrwertnetz beziehen als auch auf einen Mehrwertfachdienst einer Typ4-Mehrwertanwendung.

### 3.4.3 Nutzer von MWA der eGK

Zum Zeitpunkt der Spezifikation der TI (2004) war die Verbreitung von ubiquitären und mobilen Endgeräten nicht sehr verbreitet. Anwendungen, die auf solchen Geräte bereitgestellt werden, wurden daher nicht als typische Nutzer der TI angesehen. Als Konsumenten für die beschriebenen Telematik-, Fach- und Mehrwertdienste wurden daher ursprünglich nur die

Primärsysteme der Leistungserbringer in Krankenhäusern, Apotheken und Arztpraxen vorgesehen (gematik 2009a). Die Primärsysteme, speziell in kleinen Institutionen, decken in der Regel jedoch nur einen standardisierten Funktionsumfang ab. Welche MWD die Hersteller der Primärsysteme implementieren werden, ist aus diesen Gründen noch offen. Wird ein MWD angeboten, um Leistungserbringern im Rahmen einer MWA fachliche Kooperation über den Dienst zu ermöglichen, muss der Dienst in beiden Primärsystemen der Kooperationspartner verfügbar sein. Es ist nicht klar, ob eine modulare Erweiterung dieser Systeme in Zukunft angestrebt wird, um sie einer breiteren Basis von Entwicklern zu öffnen. Möchte man mit den Primärsystemen einen strukturierten Behandlungsprozess innerhalb eines Ärzteverbundes durch eine MWA unterstützen, z.B. eine regional angepasste Facharztüberweisung, Krankenhauseinweisungen oder die Verwaltung von medizinischen Hilfsmitteln, so müssen alle teilnehmenden Primärsysteme den entsprechenden MWD implementieren, wenn sie an dem Behandlungsprozess teilnehmen möchten. Regionale Ärzteverbände, die institutionsübergreifende administrative und medizinische Aufgaben koordinieren, die von den Praxen nicht eigenständig durchgeführt werden können, haben jedoch im Regelfall eine Vielzahl von proprietären AIS. Der regionale Ärzteverbund GO IN, in dem die Forschungsarbeit dieser Dissertation durchgeführt wurde, ist ein Praxisnetz von 493 niedergelassenen Ärzten, in dem gegenwärtig 40 verschiedene AIS zum Einsatz kommen<sup>21</sup> (Dünnebeil et al. 2011c). Die Vielzahl der AIS macht eine Bereitstellung institutionsübergreifender Prozesse, die regionale Anforderungen ohne Medienbrüche implementieren, unmöglich, wenn nicht alle Primärsystemhersteller eingebunden werden. Abbildung 27 illustriert, dass das Praxisnetz dabei keinen Einfluss auf die Anwendung in den Primärsystemen hat, die die Dienste nutzen sollen.



**Abbildung 27 - Die SOA der deutschen Gesundheitsversorgung.**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<sup>21</sup> Die detaillierte Aufstellung der PVS Nutzung im Praxisnetz GO IN findet sich in Abbildung 16

### 3.5 Probleme der Gesundheitstelematik

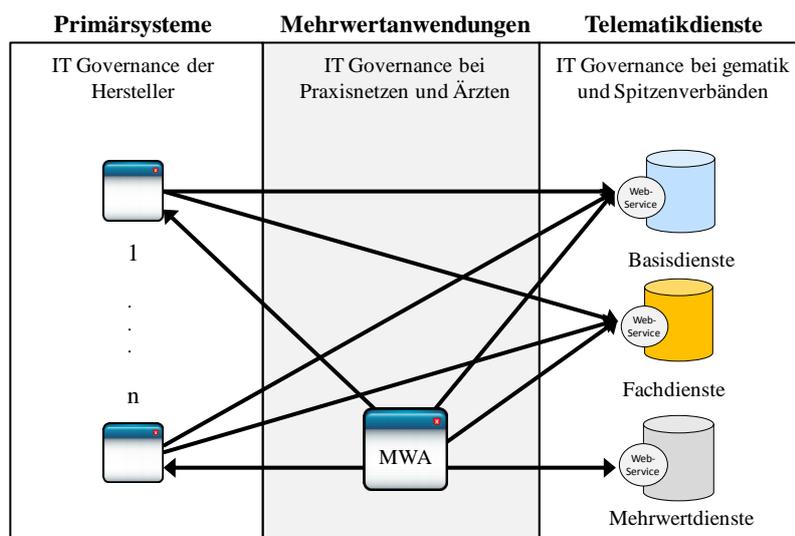
#### 3.5.1 Probleme bei der Bereitstellung von MWA

Die standardisierte Behandlung von Patienten, die einem einheitlichen Ablauf folgt und durch Standardsoftware hinreichend abgebildet werden kann, gehört in vielen Fällen der Vergangenheit an (Hornung/Goetz/Goldschmidt 2005). Es können sich zusätzlich regionale und fallspezifische Anforderungen ergeben, die weder in den zentralen Diensten der TI umgesetzt werden können noch in den verschiedenen AIS, die in einem Ärzteverbund verwendet werden. Integrierte Versorgungsverträge, die nach §140a des SGB5 geschlossen werden können, richten sich nach spezifischen Anforderungen einer Region oder Patientenpopulation und sind mit Standardsoftware nicht hinreichend abzubilden, wenn sie einen Nachweis über die Behandlungsqualität auf Basis einer elektronischen Datenauswertung vornehmen (BRD 2004b). Daher ergibt sich für die Bereitstellung von einheitlichen MWA in einem Ärzteverbund das folgende Problem:

**Problem 6:** Kann die Bereitstellung von MWA nicht in allen Primärsystemen der Institutionen vorgenommen werden, die sie nutzen sollen, muss eine eigenständige Anwendung neben den Primärsystemen etabliert werden.

Das Problem stellt die gegenwärtigen Annahmen, die in den Spezifikationen der gematik getroffen werden, in Frage. Betrachtet man das Beispiel aus Abbildung 25, eine einheitliche Facharztüberweisung in einem regionalen Ärzteverbund, so wird schnell deutlich, dass oft die Nutzung eines regionalen MWD nicht ohne Probleme in alle regionalen Primärsysteme eingebunden werden kann. Dennoch müssen Daten aus den Primärsystemen in eine Überweisung überführt werden, etwa um dem weiterbehandelnden Arzt die gegenwärtige Medikation des Patienten mitzuteilen. Da aber keine einheitlichen Schnittstellen vorhanden sind, um auf die Primärsysteme zuzugreifen, müssen die Daten entweder manuell aus den Primärsystemen übertragen werden oder es muss ein Adapter zu den Primärsystemen programmiert werden. Die Variante der unabhängigen MWA hat den Vorteil, dass alle Nutzer in einem Praxisnetz die gleiche Anwendung verwenden können. Einheitlicher Support, übergreifende Schulungen und genormte Nutzschnittstellen auf regionaler Ebene können die Aufwände für die Nutzung neuer regionaler Anwendungen erheblich reduzieren. Weiterhin eröffnet es auch solchen Institutionen die Möglichkeit MWA zu programmieren, die sich auf ein Technologie- oder Behandlungsfeld spezialisiert haben. MWA zum Telemonitoring von Diabetes können so etwa von Diabetes-Fachverbänden oder Herstellern von Insulinpumpen als Therapieunterstützung bereitgestellt werden.

Abbildung 28 zeigt, wie eine Anwendungsschicht für MWA der TI zwischen den Primärsystemen und den Telematikdiensten eingezogen werden kann. Die Anwendungen liegen damit im Hoheitsbereich von Ärztenetzen oder von Softwareherstellern, die unabhängig von den Herstellern der Primärsysteme sind.



**Abbildung 28 - MWA außerhalb der Primärsysteme**

Quelle: Eigene Darstellung

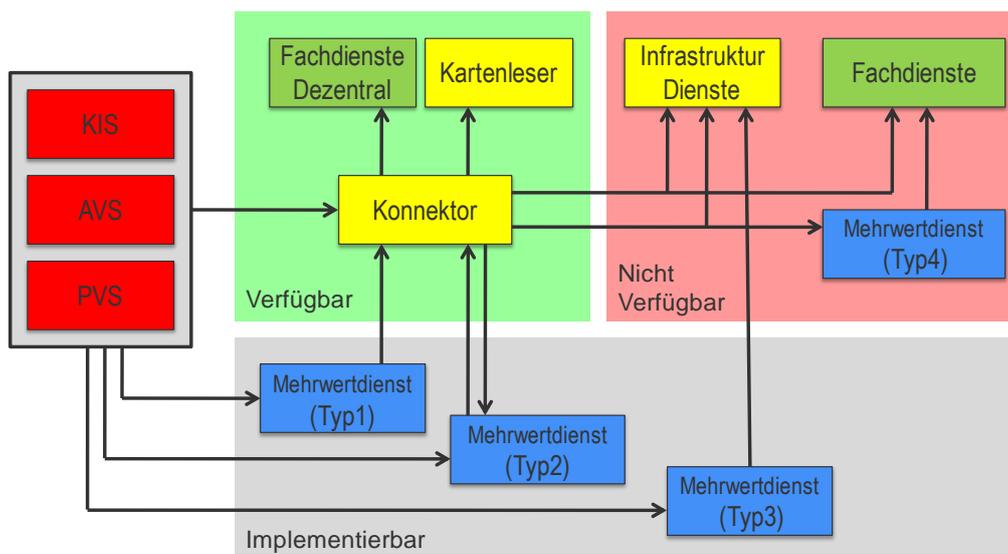
Den Softwareherstellern wird so die Koordination der Entwicklung mit den Herstellern der Primärsysteme erspart. Auch der Markteinstieg für Anbieter innovativer Lösungen wird so erleichtert, da nicht erst ein vollständiges Primärsystem entwickelt werden muss.

**Problem 7:** Die Beschränkung der Servicekonsumenten von MWD auf Primärsysteme der Leistungserbringer beschränkt die Anbieterzahl für MWA auf die etablierten Softwarehersteller im Gesundheitswesen.

Bis zum Jahr 2012 existierten kaum MWA, da die TI wegen langjähriger Verzögerungen und Widerstände noch nicht flächendeckend zur Verfügung steht (Tuffs 2010). Daher wird der Informationsfluss zwischen den Institutionen bis heute zum größten Teil papierbasiert vollzogen. E-Health Anwendungen können noch nicht auf die Funktionen der TI zurückgreifen. Moderne, effiziente und wettbewerbsorientierte Bestellung, Verteilung und Abrechnung von Versorgungsleistungen – etwa im Rahmen von Verordnungen, die rechtskräftig signiert werden müssen – stellt ohne die technische Infrastruktur eine schwierige logistische Aufgabe dar. Theoretisch können heute nur MWA vom Typ1 und Typ2 implementiert werden (Abbildung 29), da die zentralen Fachdienste noch nicht zur Verfügung stehen. Konnektoren<sup>22</sup> und Kartenleser können schon bezogen werden, Gesundheitskarten werden seit dem Jahr 2011 in Umlauf gebracht<sup>23</sup>. Infolgedessen werden alle MWA in dieser Dissertation als Typ2 MWA implementiert, was keine Präferenz für diesen Typ darstellt. Es wird damit lediglich der notwendigen Evaluation, die bei einem gestaltungsorientierten Ansatz zwingender Bestandteil ist, Rechnung getragen.

<sup>22</sup> Ein gematik Konnektor wird von der Firma KocoConnector angeboten: <http://www.kococonnector.com/> zugegriffen am 11.05.2012

<sup>23</sup> Vgl. Pressemeldung der KBV: <http://www.kbv.de/39993.html>, zugegriffen am 11.05.2012



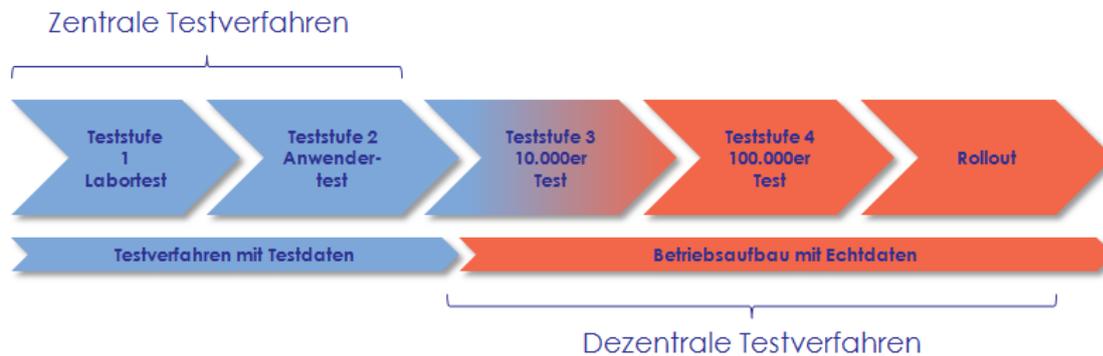
**Abbildung 29 – Gegenwärtige Nutzbarkeit von Mehrwertdiensten**

Quelle: Eigene Darstellung

### 3.5.2 Akzeptanzprobleme der TI

Nach dem im Jahr 2003 vom Bundesrat beschlossenen Gesetz zur Modernisierung des Gesundheitssystems (GMG) sollte die eGK ab dem Jahr 2006 die Krankenversichertenkarte (KVK) ersetzen und erweitern (Bundestag 2003a). Noch im September wurde das Projekt „bit4Health“ ins Leben gerufen, dessen Aufgabenbereich sich von der Definition einer Rahmenarchitektur und einer Sicherheitsinfrastruktur bis zur letztendlichen Einführung der eGK und allen damit verbundenen Aufgaben erstreckte. Bereits lange vor der 2006 geplanten Einführung der eGK zeichnete sich jedoch ab, dass sich dieser Termin durch eine zu hohe Komplexität, eine Reihe offener Fragen bezüglich Sicherheit und Datenschutz sowie durch starken Widerstand bei den niedergelassenen Ärzten, welche vor allem hohe Kosten befürchteten, verzögern würde (Ermert 2004).

Nach der Fertigstellung der Rahmenarchitektur im Rahmen des bit4health – Projektes wurde im Januar 2005 die gematik gegründet, die ab sofort die weitere Konzeption bezüglich Entwicklung, Einführung und Betrieb der eGK und ihrer Telematikinfrastruktur übernahm (gematik 2012). Das erste Testlabor wurde im Dezember 2005 in Berlin in Betrieb genommen. Die gematik begann dort mit der Prüfung der ersten Komponenten der TI, wobei vor allem die Basisfunktionalitäten und technischen Eigenschaften der eGK und des Kartenlesegeräts (für Arzt- und Zahnarztpraxen, Apotheken und Krankenhäuser) sowie die Integration der verschiedenen Komponenten im Gesamtsystem getestet wurden. Wie in Abbildung 30 zu sehen, bildeten die Labortests die erste Stufe des zentralen Testverfahrens (Redders/Jedamzik 2005).



**Abbildung 30 - Teststufen bis zur Einführung der eGK**

*Quelle: In Anlehnung an: (Redders/Jedamzik 2005)*

Im März 2006 wurden vom BMG acht Testregionen ausgewählt, welche ab diesem Zeitpunkt mit der gematik zur Erprobung der eGK und der TI zusammenarbeiteten. Die ersten beispielhaften Prozessabläufe mit Einsatz der eGK und der HBA in einer Arztpraxis, Apotheke und Krankenversicherung wurden in einer Musterumgebung Ende 2006 auf der Fachmesse Medica in Düsseldorf vorgestellt.

Ab Dezember 2007 begannen die ersten Online-Tests mit Echtdata von bis zu 10.000 Versicherten in den Testregionen Bayern, Sachsen, Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen, die im Juli 2009 erfolgreich abgeschlossen wurden. Somit hatte die eGK die Tests bezüglich der Online-Fähigkeiten erfolgreich bestanden. In Verbindung mit den gesetzlichen Krankenkassen konnte so unter realen Einsatzbedingungen die Online-Prüfung und Aktualisierung der Versichertendaten unter höchsten Sicherheitsanforderungen getestet werden (gematik 2009b). Auf den jährlichen Deutschen Ärztetagen von 2005 bis 2011 wurde die eGK konsequent abgelehnt. Dort entstand die Forderung nach einer neuen Konzeption des gesamten Projekts, außerdem sollte sowohl für die Patienten als auch für die Leistungserbringer stets das Gebot der Freiwilligkeit gelten. Im Jahr 2010 wurde die eGK auf dem 113. Deutschen Ärztetag nicht nur erneut abgelehnt sondern auch die endgültige Aufgabe des Projekts gefordert (Bundesärztekammer 2010, 72). Seit Mai 2010 fehlen zudem die Apotheker in dem Projekt, da sich die Funktionalität des elektronischen Rezepts nicht als praxistauglich erwiesen hat (Schlingensiepen 2011).

Am 1. August 2010 ist das Gesetz zur Änderung krankensicherungsrechtlicher und anderer Vorschriften in Kraft getreten, welches in Bezug auf die eGK neue Anforderungen mit sich bringt. So müssen die Krankenkassen verpflichtend Onlinedienste anbieten, welche auch ohne Anbindung an ein PVS funktionieren sollen, um die Aktualisierung und Prüfung der Versichertenstammdaten zu ermöglichen. Darüber hinaus soll die Online-Prüfung der Stammdaten nur noch einmal im Quartal erfolgen und das Ergebnis der elektronischen Prüfung auf der eGK gespeichert werden (gematik 2009a). Die aktuellen Planungen sehen nun vor, zum Basis Rollout der eGK folgende drei Anwendungen zur Verfügung zu stellen: Den elektronischen Arztbrief, das Notfalldatenmanagement und das Versichertenstammdatenmanagement (BITKOM 2009). Bevor ein Rollout in Betracht gezogen werden

kann, müssen diese Anforderungen nun umgesetzt werden und die daraus resultierenden neuen Karten anschließend durch die gematik geprüft werden. Damit blieb der Einführungsstermin der eGK ein weiteres Mal offen. Während sich ein Großteil der Bevölkerung und die Krankenkassen für die Einführung der elektronischen Gesundheitskarte aussprechen, befürworten nur etwa 42% der Ärzte in Deutschland dieses Vorhaben (Techniker Krankenkasse 2009). Diese Tatsache lässt sich nicht nur durch die ablehnende Haltung des Deutschen Ärztetages belegen, sondern wurde durch mehrere unabhängige Untersuchungen, wie beispielsweise die Akzeptanz-Untersuchung AUGÉ und Umfragen im Rahmen des NUSIB-Projektes bestätigt. Die Studien haben zudem gezeigt, dass ein grundsätzliches Interesse der Ärzte an den Mechanismen und Funktionen, welche die eGK mit sich bringen würde, besteht. Auch Qualität und Nutzen der eGK wurden bis heute oft nachgewiesen, jedoch sind die Ärzte immer noch gegen die Einführung (Dünnebeil et al. 2010a).

Das Problem liegt nicht darin, dass die niedergelassenen Ärzte allgemein gegen die Einführung neuer Informationstechnologien sind. Wie die NUSIB-Studie offenbart (Dünnebeil et al. 2010a), ist der Einsatz von IT unter den Ärzten weit verbreitet und die Praxen verfügen im Schnitt über eine gute IT-Ausstattung. Es geht vielmehr darum, dass niedergelassene Ärzte eine klare Auswirkung der Einführung der eGK in ihrer finanziellen und beruflichen Situation vermissen (BÄK 2007, 46). Insgesamt wirken sich die Kostenaspekte negativ auf die Akzeptanz der eGK aus. Da die Ärzte hauptsächlich einen finanziellen Verlust befürchten, fordern sie eine klare Finanzierungsstruktur, damit ihre Kosten neutral bleiben (BÄK 2009), 59). Aufgrund des Umfangs und der Komplexität des eGK-Projektes und den unterschiedlichen Interessen der Beteiligten ist die fehlende Akzeptanz einer ganzen Berufsgruppe als sehr kritisch zu betrachten. Für eine realistische Einschätzung der eGK fehlt den meisten Ärzten, selbst in der Testregion Ingolstadt die notwendige Wissensgrundlage (Tabelle 7).

**Tabelle 7 – Wissenstand der Ärzte bezüglich der eGK**

*Quelle: In Anlehnung an (Dünnebeil et al. 2010a)*

Aussage	stimme voll und ganz zu 1	stimme zu 2	teils, teils 3	stimme nicht zu 4	stimme überhaupt nicht zu 5	gesamt: Mittelwert Std.Abw.
Arzt hat sich mit den Modellabläufen der eGK vertraut gemacht, die seine Praxis betreffen werden.						3,89 1,123
Arzt hat sich mit der technischen Infrastruktur vertraut gemacht, die für die eGK in der Praxis installiert werden muss.						3,86 1,132
Arzt hat eine Musterpraxis besucht, um sich vor Ort mit Infrastruktur und Abläufen der eGK vertraut zu machen.						4,49 0,936
Arzt ist mit den Sicherheitsstandards (z.B. Verschlüsselung) für Patientendaten vertraut, die im Zuge der eGK genutzt werden sollen						4,01 1,088

Selbst bei verpflichtender Teilnahme an den Standarddiensten werden, nach heutiger Planung, die Zusatzfunktionen der eGK freiwillig sein, genau das sind aber jene Dienste, durch die sich der größten Nutzen und die größten Einsparungen ergeben (Bernnat 2006). Sollten sich die Einstellung und der Wissensstand der Ärzte also nicht entschieden verbessern, steht zu befürchten, dass die Nutzung der Zusatzdienste durch die Ärzte nur sehr spärlich ausfallen wird, und damit das gesamte eGK-Projekt gefährdet wird. Im Gegenzug dazu würde bei einer breiten Akzeptanz- und Wissenskampagne für die Ärzte nicht nur eine reibungslose Einführung der eGK sichergestellt werden, sondern das Projekt der eGK auch durch die Nutzung, Unterstützung und Mitwirkung von Ärzten aus eigener Überzeugung profitieren. Daraus lässt sich das folgende Problem ableiten:

**Problem 8:** Der Wissensstand der Ärzte und der wahrgenommene Nutzen bezüglich eGK und TI ist zu gering, um ein realistisches Meinungsbild bezüglich des Nutzens zuzulassen. Auf Grund des geringen Wissenstandes, werden Mehraufwände durch die Nutzung der TI befürchtet

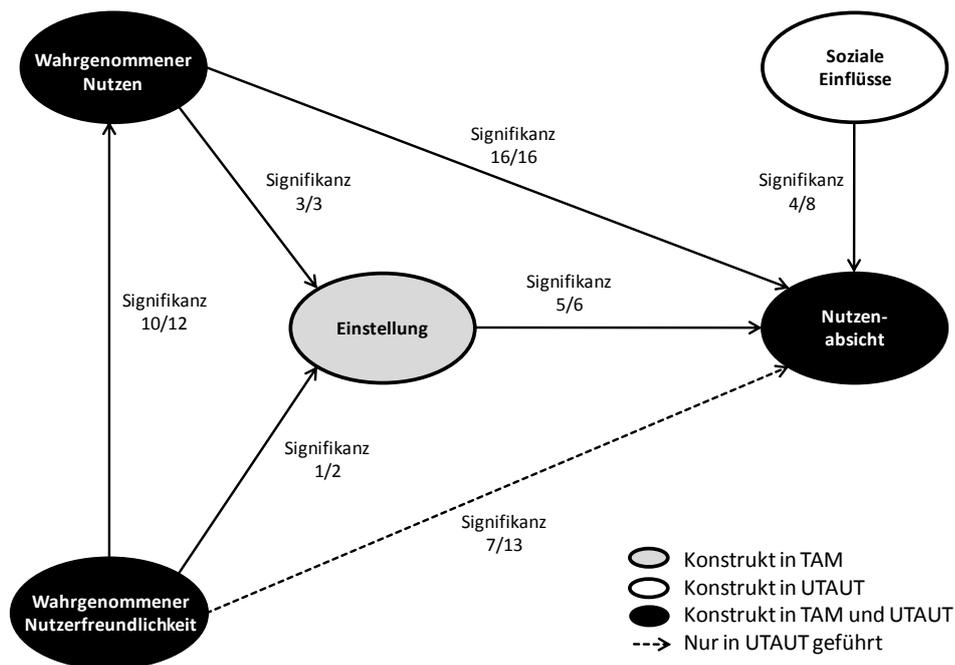
### 3.5.3 Abbildung der Akzeptanz im Testgebiet

Um eine zielgerichtete Akzeptanzkampagne zu starten und MWA zu entwickeln, die hohe Akzeptanz bei den Ärzten genießen, wurde im Rahmen des NuSiB Projekts ein detailliertes Bild der Akzeptanz innerhalb der Ärzteschaft erarbeitet (Dünnebeil et al. 2010a; Dünnebeil et al. 2012c). Während die Akzeptanz der Versicherten schon hinreichend beleuchtet wurde (Kalthoff et al. 2008; Techniker Krankenkasse 2009), war das Meinungsbild der Ärzte bezüglich der Telematik noch sehr undifferenziert. Zu diesem Zweck wurde die Erfassung der Technologieakzeptanz und ihrer Einflussfaktoren in der Testregion durchgeführt. An einer Befragung aller 500 Netzärzte nahmen im Jahr 2009 117 Personen teil (Dünnebeil et al. 2010a).

#### 3.5.3.1 Einflussfaktoren für die Akzeptanz

Als Grundlage für die Forschung in der Region Ingolstadt dienten die Modelle zur Technologieakzeptanz, die innerhalb der IS Forschung seit Jahren eine zentrale Rolle einnehmen. Es wurde eine Befragung, die auf Basis der etablierten Modelle zu Technologieakzeptanz, dem Technology Acceptance Model (TAM) und dem Unified Model of Technology Acceptance (UTAUT), durchgeführt (Davis 1993; Venkatesh et al. 2003). Eine systematische Literaturrecherche im Bereich der Technologieakzeptanz im Gesundheitswesen, speziell unter Ärzten, ergab, dass vornehmlich die Bereiche des wahrgenommene Nutzens und der wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit hohen Einfluss auf die Nutzungsabsicht einer Technologie haben (Yi et al. 2006; Holden/Karsh 2010). Andere Faktoren, wie der soziale Einfluss und die generelle Einstellung zu technologischen Neuerungen, wiesen nicht in genügend Studien signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz aus, um sie in ein Technologieakzeptanzmodell für Telematikanwendungen aufzunehmen. Der wahrgenommene Nutzen hatte in allen Erhebungen signifikanten Einfluss auf die

Nutzenabsicht von e-Health Anwendungen, die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit im 7 von 13 Fällen einen direkten Einfluss, in 10 von 12 Fällen über den wahrgenommenen Nutzen. Daher kann die zentrale Aufgabe bei der Entwicklung von E-Health Anwendungen darin gesehen werden, Anwendungsfälle mit hohem Nutzenpotential für die Anwender bereitzustellen und gleichzeitig einen zentralen Fokus auf der Nutzerfreundlichkeit zu legen (Dünnebeil et al. 2012c). Abbildung 31 zeigt den Stand der empirischen Wissenschaft bezüglich Technologieakzeptanz im Gesundheitswesen. Als Grundlage für die Forschung im Praxisnetz GO IN wurden die schwarz unterlegten Konstrukte gewählt.



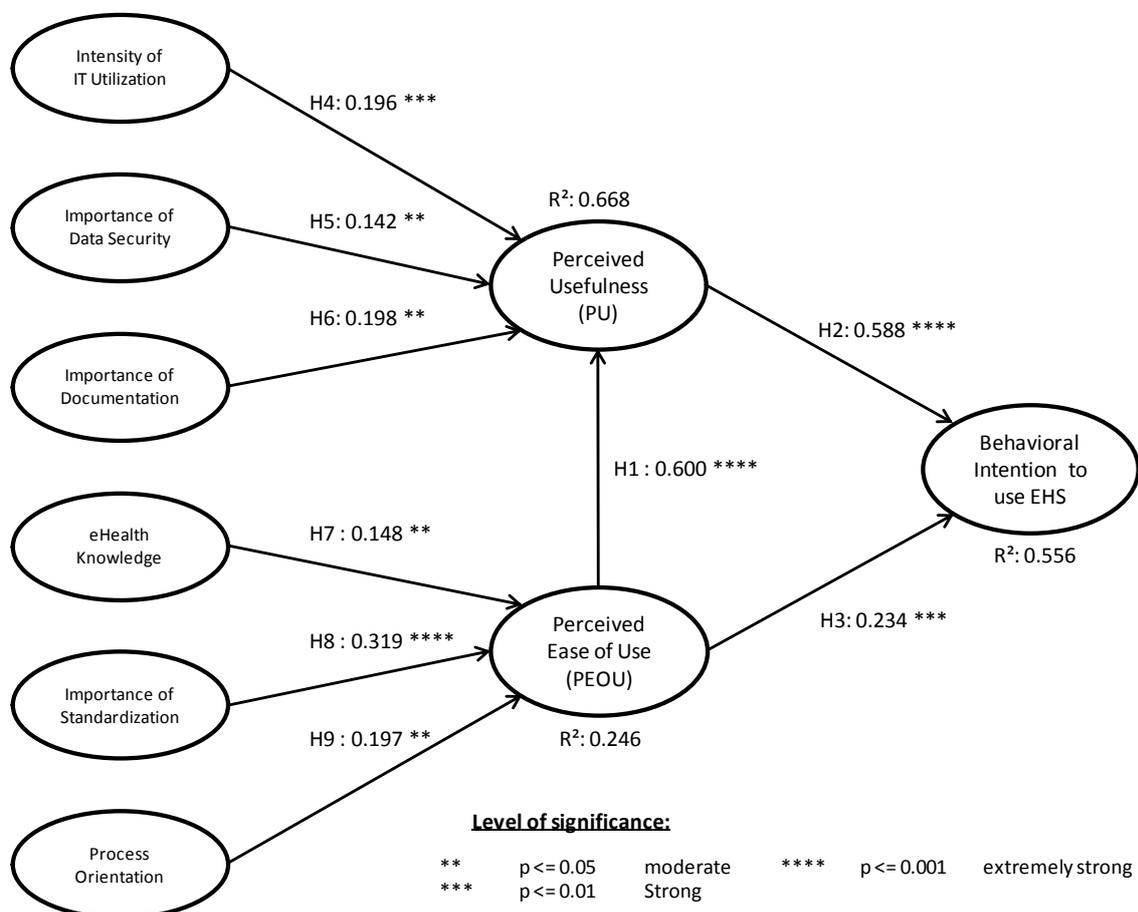
**Abbildung 31 - Akzeptanzbildung im Bereich der Gesundheitstelematik**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2012c) in Anlehnung an (Holden/Karsh 2010)

Im Ergebnis wurden die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Technologieakzeptanz aus der Literaturanalyse in der Akzeptanzstudie im Praxisnetz GO IN klar bestätigt (Dünnebeil et al. 2012c). Alle schwarz hinterlegten Konstrukte aus Abbildung 31 waren in der Auswertung stark signifikant (Abbildung 32).

Es wurden noch weitere Faktoren erfasst, die einen Einfluss auf den wahrgenommenen Nutzen und die Nutzerfreundlichkeit und damit indirekt auf die Technologieakzeptanz haben können. Wie bereits ausgeführt, weisen die Arztpraxen in der Region Ingolstadt, ähnlich wie in ganz Deutschland, sehr heterogene Strukturen auf. Ferner bieten sie sehr unterschiedliche Behandlungsprozesse an. Einen Hausarzt, einen Psychiater und einen Dermatologen mit einheitlichen Technologiekonzepten zu versorgen, wie es im Rahmen der TI vorgesehen war, scheint daher wenig sinnvoll. Die durchschnittliche Zeit, die ein Arzt mit seinen Patienten verbringt, variiert dramatisch, ähnlich wie die Anzahl der versorgten Patienten und die Bandbreite der Behandlungen (Vgl. Kapitel 2.1.1.1). Daher war es notwendig zu erfassen, wie

sich wichtige Charakteristika von Ärzten und ihren Praxen auf die Akzeptanz von Telematikdiensten auswirken (Dünnebeil et al. 2012c). Als Einflussfaktoren wurden die Standardisierung und Prozessorientierung in den Behandlungsabläufen, der gegenwärtige Einsatz von Informationstechnologie, der Wissensstand bezüglich e-Health, die Dokumentationsintensität und das Sicherheitsbedürfnis der Ärzte gewählt. Den größten Einfluss auf den wahrgenommenen Nutzen hatte der gegenwärtige Einsatz von IT in den Praxen, vor der Bedeutung der behandlungsbegleitenden Dokumentation und der wahrgenommenen Wichtigkeit von Datensicherheit (Dünnebeil et al. 2012c). Die Annahme, dass Datenschutzbedenken zur Ablehnung der eGK führen, kann damit für die Region Ingolstadt klar verworfen werden.



**Abbildung 32 – Einflussfaktoren für die Technologieakzeptanz von Ärzten**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2012c)

Auf die Nutzerfreundlichkeit hatte die Standardisierung einen extrem starken Einfluss. Auch der Wissensstand bezüglich e-Health und die Prozessorientierung zeigten signifikanten Einfluss auf die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit. Demnach ist es wichtig, solchen Ärzten Telematikanwendungen anzubieten, die viel dokumentieren, einen IT-intensiven

medizinischen Bereich bedienen und sich bei ihren Behandlungen an Prozessen und Standards orientieren. Die Aufklärung der Leistungserbringer bezüglich Telematik und e-Health muss als ein zentraler Punkt angesehen werden, da der Wissenstand Akzeptanzbarrieren abbaut. Datensicherheit sollte auch in keinem Fall als ein Hinderungsgrund angenommen werden, da viele Ärzte den vornehmlichen Nutzen der Telematik in der verbesserten Sicherheit sehen (Dünnebeil et al. 2012c). Die Akzeptanz der Nutzer für Telematikdienste hängt in der Testregion primär davon ab, wie Arzt, der die Systeme verwenden soll, den Mehrwert der Systeme und deren Nutzbarkeit wahrnimmt. Daher ist es in Akzeptanzkampagnen primär wichtigen, die Mehrwerte der TI für die jeweiligen Nutzergruppen darzustellen und eine einfache Nutzbarkeit in den Vordergrund zu stellen (Dünnebeil et al. 2012c).

### 3.5.3.2 Gegner und Befürworter von Telematikdiensten

Fasst man die Befürworter und Gegner von Telematikdiensten in einer Clusteranalyse nach ihrer Nutzenintention in zwei Gruppen zusammen, so erkennt man stark signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Dünnebeil et al. 2010a). Bei Nutzungsintention, Nutzungsplanung sowie Nutzungsvorhersage weichen beide Gruppen stark signifikant voneinander ab. Die größere Gruppe (42%) möchte Telematikdienste gerne zeitnah nutzen, während die Gruppe der Gegner (25%) die Dienste niemals nutzen möchte (Abbildung 33).

Description	Supporters	Rejecters
Behavioral Intention: From 1 (In less than 1 year) to 5 (Never)	Do see the benefits of the TI and are willing to use the services in the short term	Do not see the benefits of the TI and are not willing to use the services
I intend to use the system ***	1.94	4.83
I plan to use the system. ***	2.17	4.90
I predict I would use the system ***	2.55	3.86

\*p < .05; \*\*p < .01; \*\*\*p < .001

n=117

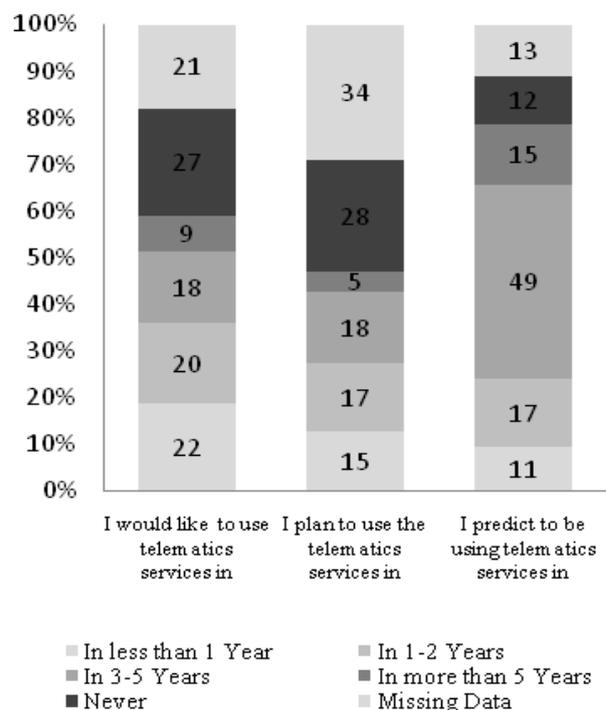


Abbildung 33 – Nutzungsabsicht von Telematikdiensten im Praxisnetz GO IN

Quelle: (Dünnebeil et al. 2010a)

Ob unter diesen Umständen die Nutzung verpflichtend sein sollte ist fragwürdig, da die Verzögerungen im eGK-Projekt augenscheinlich von einer Minderheit erwirkt wurden, die durch Ihre Einflussnahme die Nutzungsmöglichkeit für eine große Gruppe von Ärzten behindert. Die Einstellung zur Telematik hängt dabei weder vom Alter noch vom Geschlecht oder der Praxisgröße ab. Ärzte, die einen hohen Patientendurchsatz haben, sind mit hoher Signifikanz Gegner der Vernetzung. Fachärzte sind tendenziell eher Befürworter. Dies könnte mit der stärkeren Spezialisierung auf bestimmte Krankheitsbilder, und damit höherer Prozessorientierung und Standardisierung, zusammenhängen (Tabelle 8).

**Tabelle 8 – Charakteristika von Befürwortern und Gegnern und ihren Praxen**

Quelle:(Dünnebeil et al. 2010a)

	<b>Total Mean</b>	<b>Mean Adopter</b>	<b>Mean Rejecter</b>
Age	<b>49.7</b>	<b>48.9</b>	<b>50.9</b>
Gender (1=Female, 2=Male)	<b>1.70</b>	<b>1.67</b>	<b>1.73</b>
Specialization * (1=Family Doctor, 2=Medical Specialist)	<b>1.59</b>	<b>1.62</b>	<b>1.44</b>
Number of physicians working in the practice	<b>2.1</b>	<b>1.7</b>	<b>2.3</b>
Patient consultations per day ***	<b>46.5</b>	<b>40.3</b>	<b>61.7</b>
Average time spent on patient contact per day	<b>7.4</b>	<b>6.3</b>	<b>7.0</b>
Patients visiting the practice per day	<b>86.1</b>	<b>79.9</b>	<b>99.5</b>
Number of employees in the practice	<b>4.5</b>	<b>4.8</b>	<b>4.0</b>

\*p < .05; \*\*p < .01; \*\*\*p < .001

Abgesehen von den genannten Unterschieden in den strukturellen Daten, konnten im Meinungsbild der Ärzte weitere signifikante Unterschiede ausgemacht werden. Neben der bereits genannten Wertschätzung für die bestehende IT, die zwischen den Befürwortern und Gegnern unterschiedlich ausfällt, wird die Wichtigkeit einer übergreifenden Behandlungsdokumentation von Befürworter signifikant höher eingeschätzt, als von den Gegnern. Ähnliche Unterschiede werden auch im Bereich der Einbeziehung von Patienten, dem sogenannten „*Patient Centered Care*“, das die Behandlungsqualität nach Studienlage verbessern kann (Stewart et al. 2000), ersichtlich. Befürworter wollen ihren Patienten im Hinblick auf e-Health beratend zur Seite stehen und ihnen ihre Behandlungsdokumentation zur Verfügung stellen. E-Health wird von den Gegnern generell als eine unwichtige Entwicklung in der Medizin angesehen, während die Befürworter hier hohe Potentiale sehen.

Die Unterschiede bezüglich Prozessorientierung, Standardisierung und der Wichtigkeit von klinischer Dokumentation, die auch schon als Einflussfaktoren auf die Technologieakzeptanz gesehen wurden, fallen zwischen den beiden Gruppen in allen Fällen stark signifikant aus (Tabelle 9).

**Tabelle 9 – Signifikante Unterschiede: Telematikgegner und -befürworter**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2010a)

Question	Total	Mean	Mean	From strongly agree (1)				
	Mean	Adopter	Rejecter	to strongly disagree (5)				
	◆	■	▶	1	2	3	4	5
IT Systems provide added value to our practice **	2,23	1,96	2,69		■	◆	▶	
Our practice could not be managed efficiently without IT-Systems ***	1,90	1,59	2,52		■	◆	▶	
Electronic communication will be common in the public health system within the coming 5 Years ***	2,13	1,73	2,86		■	◆	▶	
Standardized communication mechanisms with other care providers are important to me ***	2,38	1,94	3,14		■	◆	▶	
A comprehensive treatment documentation among all participating care providers is essential ***	2,60	2,12	3,41		■	◆	▶	
It is important to provide comprehensive medical documentation to patients ***	2,70	2,24	3,57		■	◆	▶	
Thorough medical documentation contributes crucially to the success of a therapy ***	2,21	1,96	2,79		■	◆	▶	
Standardized documentation eases the exchange of medical information among care providers***	2,38	2,06	2,86		■	◆	▶	
I am in favour of standardized documentation for medical processes ***	2,89	2,31	3,54		■	◆	▶	
In case of standardized treatment processes the administrative effort exceeds the medical benefits **	2,63	3,04	2,21		▶	◆	■	
I am in favour of standardized administrative documentation for medical practices ***	2,49	2,10	3,04		■	◆	▶	
Daily work in medical practices is too heterogeneous to standardize important processes ***	2,82	3,18	2,28		▶	◆	■	
I consider e-health and Electronic Health Services an important development in medicine ***	3,18	2,69	3,97			■	◆	▶
Physicians should be able to inform patients about risks and benefits of e-health applications **	2,85	2,59	3,32			■	◆	▶
I am missing competent contacts to obtain detailed information about available e-health offers *	2,86	2,63	2,96			■	◆	

\*p < .05; \*\*p < 0.01; \*\*\*p < .001

Die Wissensgrundlage bezüglich der eGK weicht in beide Gruppen nicht signifikant voneinander ab. Der Kenntnissstand ist in beiden Gruppen extrem gering. Die Befürworter der Telematikdienste haben ein signifikant höheres Sicherheitsbedürfnis als die Gegner, was verwunderlich erscheint, da Sicherheitsbedenken immer wieder als ein zentraler Grund für die Widerstände von Seiten der Ärzte gesehen wurden (Dünnebeil et al. 2010a). Die Gegner der Telematik wünschen sich auch signifikant seltener eine Kosten-Nutzen Analyse für ihre Praxis, was vermuten lässt, dass sie im gegenwärtigen System eine solide Einnahmehasis haben. Es gibt eine Reihe von Indikatoren, die darauf hindeuten, dass Ärzte mit einem hohen Patientendurchsatz, die ihre Behandlungen weniger intensiv dokumentieren und kommunizieren sowie eher ihrer Intuition als standardisierten, evidenzbasierten Prozessen vertrauen, der Vernetzung skeptischer gegenüberstehen. Dies ist weniger der Technologie selbst geschuldet, als Veränderungen im Gesundheitswesen, die damit einhergehen, und die Arbeitsgrundlage des Personenkreises erheblich verändern. Um die aufgestellte Vermutung fundiert zu untermauern, braucht es jedoch detailliertere Studien. Die Diskussion zwischen evidenzbasierter und intuitionsbasierter Behandlung wird in Wissenschaft und Politik seit mehreren Jahren intensiv geführt (Guyatt et al. 1992; Greenhalgh 2002). Dies führt zu dem folgenden Problem:

**Problem 9:** Ärzte, die eher auf intuitionsbasierte Behandlungsabläufe vertrauen, scheinen den Folgen der Vernetzung, die das Gesundheitssystem hin zu transparenten und evidenzbasierten Strukturen verändern soll, eher skeptisch gegenüberzustehen.

Eine Akzeptanzkampagne sollte daher nicht primär die Telematik und die Vernetzung des Gesundheitswesens in den Vordergrund stellen, sondern vielmehr Konzepte wie patientenzentrierte, evidenzbasierte und transparente Versorgung fokussieren. Diese Konzepte sind die Haupteinflussfaktoren, die schlussendlich die Akzeptanz von Telematikdiensten bedingen (Dünnebeil et al. 2012c).

#### 3.5.4 Sicherheits- und Datenschutzprobleme

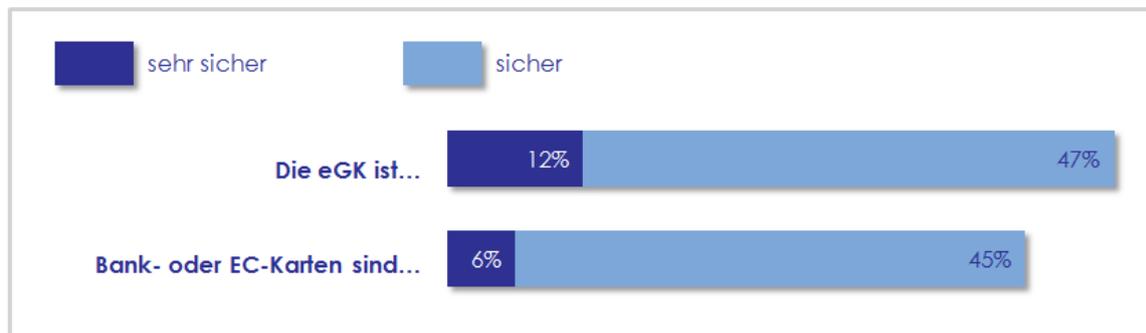
Es besteht unter den niedergelassenen Ärzten ein hohes IT-Sicherheitsbedürfnis, dabei werden klare Sicherheitsvorgaben gefordert (Dünnebeil et al. 2010a). Eine persistente zentrale Speicherung von Patientendaten wurde mehrmals abgelehnt, was durch die Ergebnisse des NUSIB-Projekts (Dünnebeil et al. 2010b) und die Beschlussprotokolle der letzten Deutschen Ärztetage gezeigt werden kann (BÄK 2010, 72). Die durchgeführte Befragung, welche in dem „Branchenbarometer E-Health“ von dem F.A.Z.-Institut und der Techniker Krankenkasse (TKK) in 2009 untersucht wurde, bestätigte die Aussage. Dort gaben 86% der Ärzte an, dass das Speichern von Patientendaten auf zentralen Servern die Gefahr von Missbrauch birgt (Techniker Krankenkasse 2009, 21). Im Beschlussprotokoll des 113. deutschen Ärztetages äußern sich die niedergelassenen Ärzte zum wiederholten Male gegen die Einführung der eGK. Nach ihrer Ansicht verstößt das eGK-Projekt gegen die Schweigepflicht und gefährdet das vertrauensvolle Arzt-Patienten-Verhältnis (BÄK 2010, 72). Diese Haltung verdeutlicht

sich an den Zahlen der AUGÉ-Studie, dort waren ca. 77% der Ärzte der Meinung, dass die Einführung der eGK zu Problemen bei der Einhaltung der Schweigepflicht führen wird (Pfaff/Ernstmann 2005, 30).

Die Untersuchung der Techniker Krankenkasse bestätigte auch diese Aussage. Hier gaben ca. 40% der Ärzte an, dass die Speicherung von Patientendaten gegen die ärztliche Schweigepflicht verstößt (Techniker Krankenkasse 2009). Diese Einstellung wurde auch im Rahmen einer Repräsentativbefragung der Ärzte in Deutschland, untermauert. 55% der Befragten befürchten, dass bei einem Einsatz der Telematik die Vertraulichkeit von Patientendaten nicht ausreichend gesichert ist und 36% rechnen in dem Zusammenhang mit negativen Auswirkungen auf das Arzt-Patienten-Verhältnis (Allensbach 2010).

**Problem 10:** Die zentrale, persistente Speicherung von Patientendaten wird von der Mehrheit der Ärzte eindeutig abgelehnt.

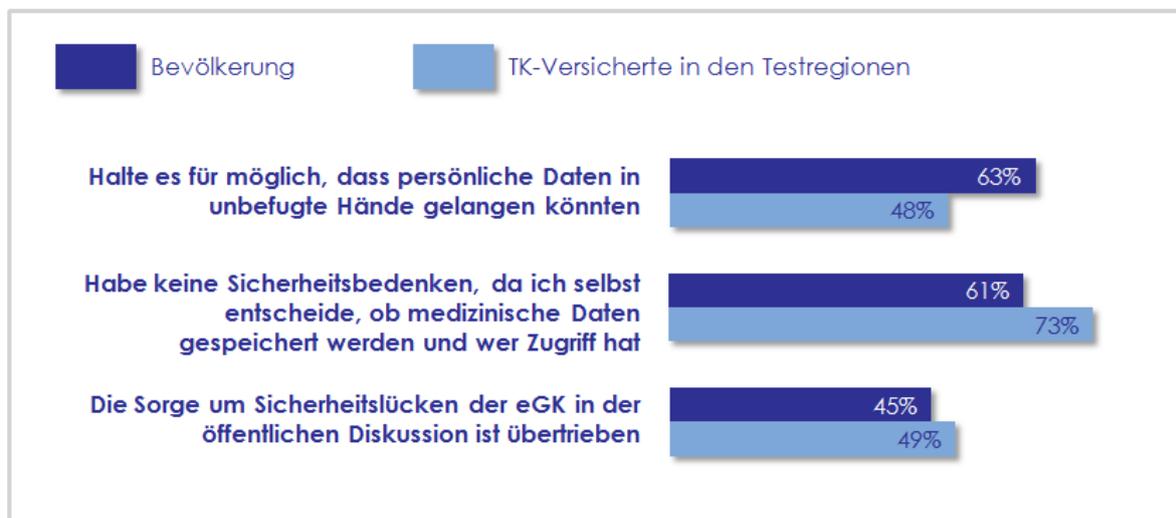
Die Versicherten teilen die Meinung jedoch nicht. Ein großer Anteil unter ihnen hält die eGK für sicherer als etwa eine Bank- oder EC-Karte, wie Abbildung 34 zeigt. Von 1006 befragten Bürgern vertreten fast 60% die gleiche Meinung (Techniker Krankenkasse 2009).



**Abbildung 34 - Mehrheit der Bevölkerung hält eGK für sicherer als Bankkarten**

Quelle: (Techniker Krankenkasse 2009)

63% aller Befragten glauben, dass auch Unberechtigte auf die über die eGK gespeicherten Daten Zugriff erlangen könnten. Dennoch stufen die Versicherten den persönlichen Nutzen durch die eGK weit höher ein. Wie in Abbildung 35 zu sehen ist, legen 73% der Versicherten, die bereits Erfahrung mit der eGK gesammelt haben, viel Wert auf den persönlichen Nutzen durch die medizinischen Zusatzfunktionen der eGK und geben an, keine Sicherheitsbedenken zu haben, da sie über die Speicherung und Freigabe ihrer Gesundheitsdaten selbst entscheiden können. Fast 50% der Versicherten halten zudem die öffentliche Diskussion um die Sicherheitslücken der eGK für übertrieben (Techniker Krankenkasse 2009)



**Abbildung 35 - Diskussion um Sicherheitslücken**

*Quelle: (Techniker Krankenkasse 2009)*

Nach der NuSIB-Studie schätzen nur ca. 10% der Ärzte ihr Wissen über die Sicherheitsmechanismen der eGK (z.B. über Verschlüsselungsverfahren) als „gut“ bis „sehr gut“ ein. Weitere 13% sind mit den Sicherheitsstandards nur teilweise vertraut. Die deutliche Mehrheit von ca. 70% der befragten Ärzte gab jedoch an, „schlecht“ bis „sehr schlecht“ darüber informiert zu sein (Dünnebeil et al. 2010a). Es existiert also eine große Wissenslücke im Hinblick auf die Sicherheit der zu speichernden und zu übertragenden Daten. Demzufolge kann man die Kritik der niedergelassenen Ärzte bezüglich der Sicherheit der eGK nur als subjektive Meinung auffassen, denn trotz der unzureichenden Information zeigen sie eine negative Einstellung.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass die niedergelassenen Ärzte der Ansicht sind, dass ein Schutz vor Zugriff und Nutzung der Daten durch Kostenträger, den Staat oder andere Dritte nicht gewährleistet ist. Insofern fordern sie, dass die Gesundheitsdaten nur beim Arzt des Vertrauens eines Patienten gespeichert werden dürfen oder sich beim Patienten befinden sollten (BÄK 2009, 55). Ferner fürchten sie die rechtlichen Konsequenzen bei der Veröffentlichung von Diagnosen oder sonstigen Untersuchungsergebnissen (Dünnebeil et al. 2010b).

### 3.6 Zusammenfassung

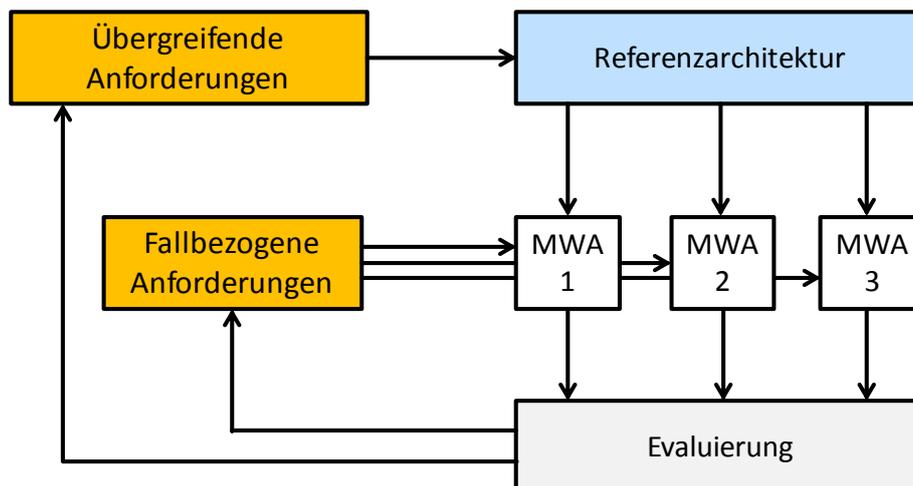
In Kapitel Informationssysteme im Gesundheitswesen wurde die Nutzung etablierter IT-Systeme im deutschen Gesundheitswesen betrachtet. Es wurde bewusst der Bereich niedergelassener Ärzte fokussiert, da sie im Zentrum der vorliegenden Dissertation stehen. Es wurden typische Probleme identifiziert, die im Zuge des gegenwärtigen Einsatzes der IT entstehen. Dazu gehört die hohe Diversifizierung von geschlossenen Bestandssystemen, ihre mangelnde Integration und die fehlende Flexibilität für die Einbindung spezieller Anforderungen. Ferner wurden technologische Ansätze zur Interoperabilität und Integration

von medizinischen Informationssystemen vorgestellt, speziell wenn sie in der deutschen Gesundheitstelematik zum Einsatz kommen. Die Grundzüge der TI wurden eingeführt, wobei ein spezieller Fokus auf MWA und MWD gelegt wurde. Die Fehlende Akzeptanz und die mangelnde Kenntnis der TI wurde für die Testregion Ingolstadt detailliert abgebildet und die Kontroverse um Informationssicherheit medizinischer Datenverarbeitung diskutiert. Die identifizierten Probleme im vorliegenden Kapitel bilden die Grundlage für die Entwicklung neuer Ansätze, die die genannten Probleme bestmöglich adressieren, um die Konzepttauglichkeit zu untersuchen. Wegen der fehlenden Akzeptanz innerhalb der Ärzteschaft werden die folgenden Konzepte für die Bereitstellung von MWA speziell auf die Anforderung der Ärzte zugeschnitten. Das folgende Kapitel, die Anforderungsanalyse an telematikbasierte MWA, wird daher an den Präferenzen der Ärzte orientiert, um übergreifenden und funktionale Anforderungen für MWA abzuleiten und Nutzenszenarien zu identifizieren.

## 4 Anforderungsanalyse

### 4.1 Zielsetzung

Die übergreifenden Anforderungen, die im Rahmen von MWA umgesetzt werden sollen, ergeben sich primär aus den in Kapitel 3 erörterten Problemen bestehender Informationssysteme im Gesundheitswesen. Die beschriebenen Missstände sollen durch MWA adressiert werden, um eine Aussage treffen zu können, welche Probleme durch den Einsatz von MWA adressiert werden können. In Form von übergreifenden Anforderungen werden strukturelle Elemente in MWA verankert, die für alle Anwendungen Gültigkeit besitzen und die Grundlage für die abstrakte Referenzarchitektur von MWA schaffen (Abbildung 36). Im funktionalen Teil der Anforderungsanalyse werden Mehrwerte für Leistungserbringer und Patienten identifiziert, indem praxisnahe Nutzenszenarien beschrieben werden. Ein weiterer Fokus liegt auf der Benutzerfreundlichkeit der Anwendungen, die sich nach den Akzeptanzstudien entscheidend auf die Nutzenabsicht und den wahrgenommenen Nutzen auswirkt. Ferner sollen wichtige Sicherheitsbedenken ausgeräumt werden, indem keine Patientendaten persistent gespeichert werden, und Interoperabilität zwischen Bestandssystemen hergestellt wird. Die Primärsysteme werden, wenn nötig, eingebunden, um einen durchgehenden Datenfluss zu ermöglichen. Als weitere Hemmnisse konnten finanzielle Befürchtungen und die Angst vor Überlastung ausgemacht werden. Die MWA zeigen jeweils ein eigenes Geschäftsmodell auf, dass durch einen Vertrag zur Integrierten Versorgung nach §140a abgebildet wird. Um grundlegende Umwälzungen in den Arbeitsabläufen der Leistungserbringer zu vermeiden, sollen sich die Prozesse und an bestehenden Aktivitäten orientieren, die sich im ambulanten Gesundheitswesen etabliert haben.



**Abbildung 36 – Anforderungsanalyse im Gesamtkontext**

*Quelle: Eigene Darstellung*

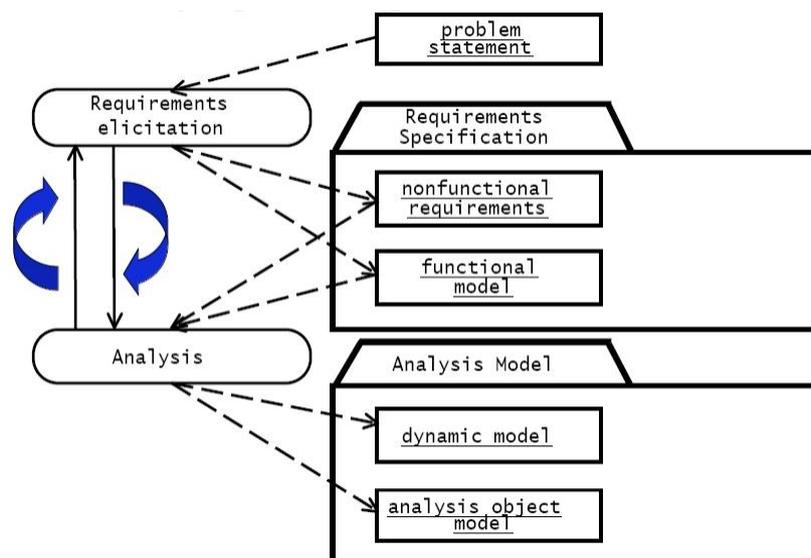
Es wurden mehrere Nutzungsszenarien mit dem Praxisnetz GO IN erörtert, die als Grundlage für die funktionalen Anforderungen an MWA dienen. Als vielversprechende Anwendungsfälle wurden die folgenden drei Szenarien identifiziert:

- Das Elektronisches Überweisungs- und Terminmanagement
- Die Elektronische Verordnung von Hilfsmitteln
- Das Telemonitoring von Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz

Die Anforderungsanalyse liefert damit sowohl die Grundlage für die Referenzarchitektur als auch für die jeweiligen Anwendungen selber. Die Evaluierung verifiziert die MWA und ergänzt die Anforderungen für den Fall, dass die Anforderungen unvollständig oder fehlerhaft waren.

## 4.2 Methode

Die Anforderungsermittlung folgt dem methodischen Ansatz nach Brügge/Dutoit (2007, 147) und besteht aus dem funktionalen Modell und nichtfunktionalen Anforderungen. Sie gewinnt die Problembeschreibung aus Kapitel 3 und definiert die Ziele für die weitere Softwareentwicklung, die einem analytischen Ansatz folgt (Abbildung 37).



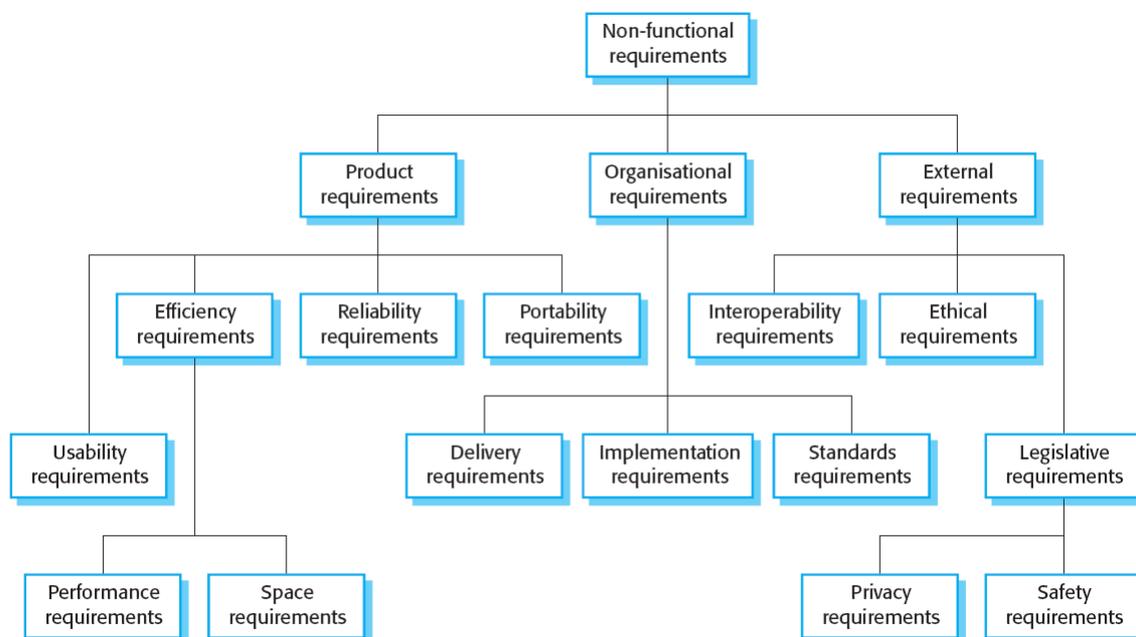
**Abbildung 37 – Anforderungsermittlung und Analyse (UML-Aktivitätsdiagramm)**

Quelle: (Brügge/Dutoit 2004, 148)

Die Anforderungen wurden aus einer quantitativen Befragung von 117 niedergelassenen Ärzten im Praxisnetz GO IN, qualitativen Interviews mit ausgewählten Haus- und Fachärzten, Mitarbeitern des Praxisnetzes, einer Betriebskrankenkasse und der IT Abteilung des Klinikum Ingolstadt erhoben. Weitere Anforderungen wurden in einer Literaturanalyse ermittelt, die Fachzeitschriften aus Medizin, Gesundheitsökonomie und Informatik beinhaltet. Die rechtliche Rahmenbedingungen aus dem SGB wurde berücksichtigt und die Spezifikationen der gematik, sofern sie für MWA von Bedeutung sind. Es wird im ersten Schritt aus den Materialien ein übergreifender Anforderungskatalog zusammengestellt, der in allen MWA Gültigkeit besitzen muss. Das funktionale Modell, das aus qualitativen Interviews, die mit dem Vorstand und der Geschäftsführung des Praxisnetzes GO IN, Fokusgruppen von Klinik

und niedergelassenen Ärzten geführt wurden, werden Anforderungen für jeweils eine der genannten Szenarien für MWA abgeleitet.

Die nichtfunktionalen Anforderungen, im weiteren Verlauf der Dissertation als übergreifende Anforderungen bezeichnet, konzentrieren sich im Sinne der Entwicklung von Prototypen auf die wichtigsten Probleme, die in Kapitel 3 benannt wurden. Sie folgen einer Gliederung nach (Sommerville 2006), wobei die Produktanforderungen vernachlässigt werden, da im Rahmen der Forschung kein marktfähiges Produkt angestrebt wurde. Es wurden die organisatorischen Anforderungen und die externen Anforderungen fokussiert (Abbildung 38). Die Sicherheitsanforderungen<sup>24</sup>, denen auf Grund der Geschichte der TI eine besondere Bedeutung beigemessen wird, bilden einen herausragenden Gesichtspunkt. Da das Thema der Geschäftsmodelle von zentraler Bedeutung im Kontext von MWA ist, wurde dieser Punkt in je einem extra Kapitel pro MWA herausgearbeitet.



**Abbildung 38 – Nichtfunktionale Anforderungen**

*Quelle: (Sommerville 2006)*

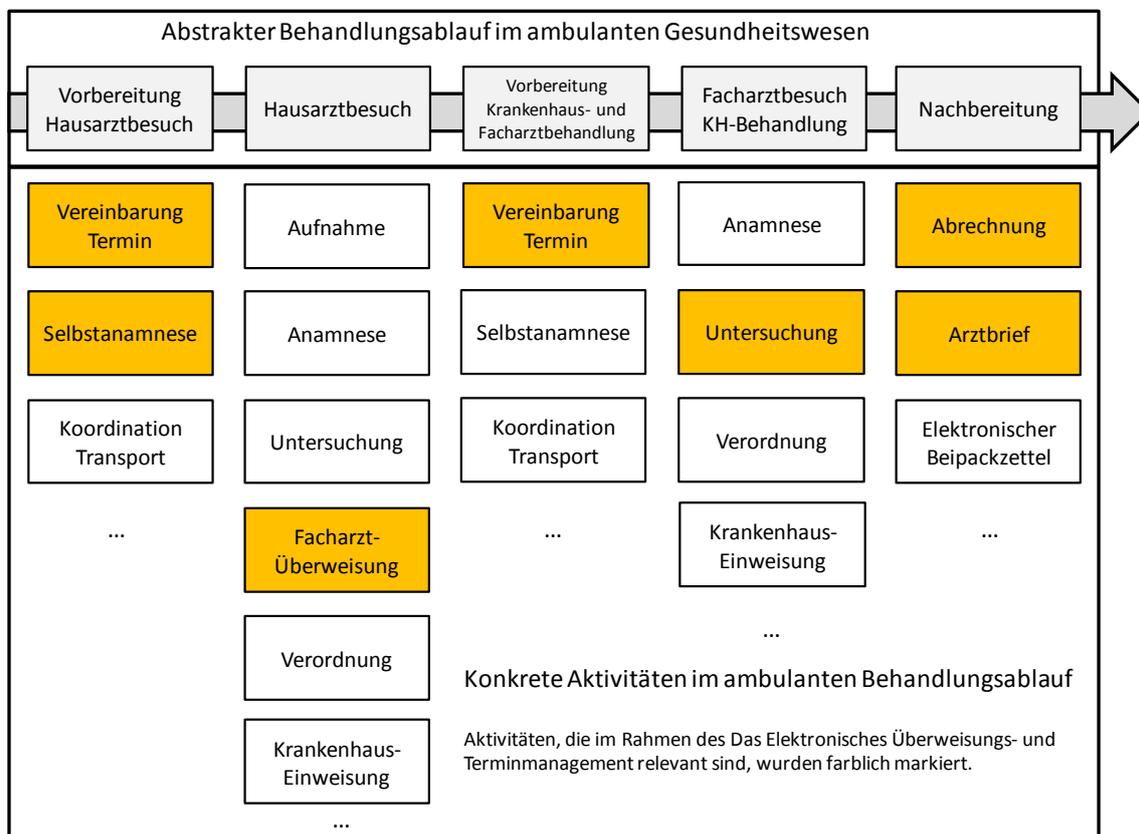
Das funktionale Modell stellt für alle MWA jeweils die Motivation, einen Referenzprozess, ein Anwendungsfalldiagramm, einen kooperativen Anwendungsfall und ein Datenmodell zur Verfügung. Zusammenfassend werden die funktionalen Anforderungen in einem Anforderungskatalog zusammengefasst, der als funktionales Pflichtenheft für die spätere Implementierung angesehen wird. Die Motivation beschreibt die Vorteile der jeweiligen Anwendung in Form einer Literaturanalyse. Der Referenzprozess strukturiert die angestrebte Kooperation zwischen den Nutzern auf abstrakter Ebene, indem er Aktivitäten und Informationsflüsse illustriert werden.

<sup>24</sup> Die Aspekte Safety und Privacy werden unter dem deutschen Begriff Sicherheit zusammengefasst.

### 4.3 Übergreifende Anforderungen

#### 4.3.1 Organisatorische Anforderungen

Um der Furcht von Mehrbelastungen vorzubeugen (Problem 8), sollen sich die Prozesse, die im Zuge von MWA umgesetzt werden, an bestehenden Abläufen orientieren, die den potentiellen Anwendern bekannt sind. Mehrere Aktivitäten, die im Praxisalltag auftreten, werden dabei nach logischen Kriterien zu integrierten Behandlungsprozessen kombiniert, die von der MWA unterstützt werden. Abbildung 39 zeigt typische Aktivitäten einer Haus- bzw. Facharztpraxis sowie vor- und nachgelagerte Aktivitäten, die in Arztpraxen mit den Stakeholdern identifiziert wurden. Primärer Fokus der IT im ambulanten Gesundheitswesen war in der Vergangenheit die Unterstützung einzelner Aktivitäten. Vielen Aktivitäten sind bisher Formulare zugeordnet, z.B. der Überweisung, der Verordnung oder der Krankenhauseinweisung, die mit Hilfe der AIS ausgefüllt und gedruckt werden können.



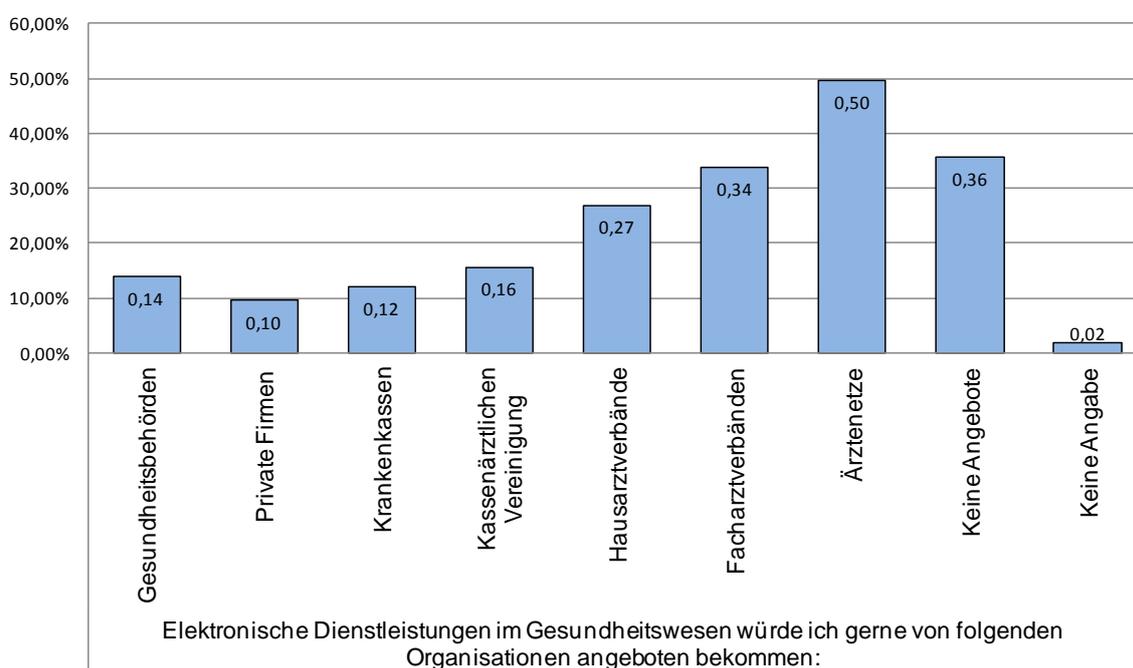
**Abbildung 39 – Typische Aktivitäten im ambulanten Behandlungsablauf**

Quelle: Eigene Darstellung

Die MWA sollen die gezeigten Aktivitäten logisch zu Prozessen kombinieren und digital bereitstellen. So gehören zu etablierten Praxisabläufen in der Regel eine Terminvereinbarung, eine Behandlung, eine Verordnung und eine Überweisung zu weiterbehandelnden Arzt. Viele Aktivitäten sind Ausgangspunkte für Kooperation zwischen den Institutionsgrenzen (Vgl. Kapitel 2.2). Die Terminvereinbarung und die Anamnese stellen die Kommunikation

zwischen Patient und niedergelassenem Arzt dar, die Krankenhauseinweisung entsprechend zwischen niedergelassenem Arzt und Krankenhaus, die Verordnung zwischen Ärzte und Leistungserbringern, wie Apotheken, Sanitätshäusern und Physiotherapeuten. Da die bestehenden Kommunikationsmuster bereits etabliert sind (vgl. Tabelle 3), können sie, wenn möglich, auch in MWA einfließen.

Auf die Frage, welche Institutionen elektronische Dienstleistungen anbieten sollten, präferierten 50% der befragten Ärzte regionale Praxisnetze (Abbildung 40). Private Firmen, Krankenkassen oder Gesundheitsbehörden sind eindeutig keine gewünschten Partner der Ärzte im untersuchten Praxisnetz (Dünnebeil et al. 2010b).



**Abbildung 40 – Präferierte Partner der Ärzte**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2010b)

Betrachtet man das Praxisnetz als Anbieter von medizinischen Dienstleistungen, so müssen sie auf regionaler Ebene bereitgestellt und durch eine MWA umgesetzt werden. Wenn die Dienstleistungen nicht im Bereich des zweiten Gesundheitsmarktes, dessen Leistungen von Patienten selber gezahlt werden müssen, angesiedelt sein sollen, so bedarf es einer Einbindung der Dienstleistungen in den ersten Gesundheitsmarkt. Dies kann über einen Integrierten Versorgungsvertrag geschehen, der zwischen einem Kostenträger und den Leistungserbringern, die durch einen Ärzteverband vertreten werden, nach §140a des SGB5 geschlossen wird. Der Vertragsgegenstand sind die Integrierten Versorgungsleistungen, die Patienten durch die Mitglieder des Ärztenetzes außerhalb des Regelleistungsvolumens angeboten werden. Die Ärzte erhalten von den Kostenträgern dafür eine vertraglich geregelte Vergütung. Um für erbrachte Leistungen entlohnt zu werden, müssen die Leistungserbringer zum Nachweis ihrer Tätigkeit einen wohldefinierten Abrechnungsdatensatz erstellen und an

die Kostenträger übermitteln. Die Abrechnung kann Teil einer übergreifenden Versorgungsdokumentation sein, die im Zuge der Behandlung von den partizipierenden Leistungserbringern erstellt wird (Abbildung 41).

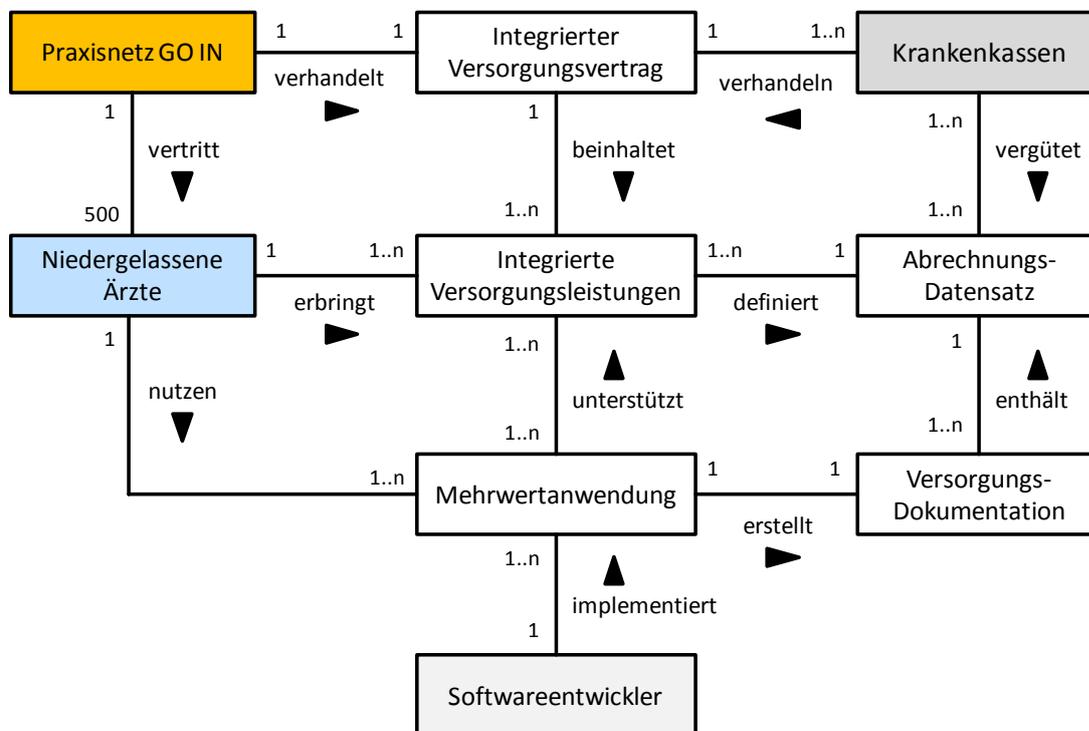


Abbildung 41 – UML-Klassendiagramm eines IV-Vertrags nach SGB5 §140a

Quelle: Eigene Darstellung

Die Versorgungsdokumentation wird von der MWA abgebildet und enthält den definierten Abrechnungsdatensatz. Eine explizite Abrechnung ist damit nicht nötig, da diese durch die MWA erstellt wird. Die Krankenkasse soll nur den aggregierten Abrechnungsdatensatz erhalten, damit keine personenbezogenen administrativen oder medizinischen Details an die Kostenträger weitergegeben werden. Das Pflichtenheft, das zu großen Teilen aus dem Integrierten Versorgungsvertrag besteht, kann an Softwareentwickler zur Implementierung weitergegeben werden. Da Versicherte nach §140a Absatz 3 ein Recht haben detailliert über die Versorgungsverträge informiert zu werden, müssen diese den Versicherten zugänglich sein.

#### 4.3.2 Rechtliche Anforderungen

Die folgende Tabelle von rechtlichen Anforderungen beinhaltet zwei Arten von Quellen, um die Rahmenbedingungen für MWA zu beschreiben: Die gesetzlichen Grundlagen aus dem Sozialgesetzbuch (SGB), dokumentierte rechtliche Rahmenbedingungen deutscher Gesundheitsbehörden und bestehende Anforderungen aus den Spezifikationen der gematik. Sie dokumentieren Gesetzesgrundlagen für die Umsetzung der Telematik und werden im

späteren Verlauf der Dissertation referenziert, um die Anforderungen an elektronische Datenverarbeitung im Gesundheitswesen zu begründen und auszuarbeiten. Der Name der Rahmenbedingung und deren Quelle sind dabei in der linken Spalte von Tabelle 10 angegeben. Die gesetzlichen Anforderungen, die im Rahmen von MWA von Bedeutung sein können, wurden hier jedoch nicht vollständig aufgenommen.

**Tabelle 10 – Gesetzliche Grundlagen im Rahmen von MWA**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<b>Kennung/Grundlage</b>	<b>Beschreibung</b>
RB1 SGB V (§291a, Absatz 5)	„Das Erheben, Verarbeiten und Nutzen von Daten mittels der elektronischen Gesundheitskarte in den Fällen des Absatzes 3 Satz 1 <sup>25</sup> ist nur mit dem Einverständnis der Versicherten zulässig.“
RB2 SGB V (§140a, Absatz 2)	“Die Teilnahme der Versicherten an den integrierten Versorgungsformen ist freiwillig. Ein behandelnder Leistungserbringer darf aus der gemeinsamen Dokumentation nach § 140b Abs. 3 die den Versicherten betreffenden Behandlungsdaten und Befunde nur dann abrufen, wenn der Versicherte ihm gegenüber seine Einwilligung erteilt hat [...].
RB3 SGB V (§140a, Absatz 1)	„[...] können die Krankenkassen Verträge über eine verschiedene Leistungssektoren übergreifende Versorgung der Versicherten oder eine interdisziplinär-fachübergreifende Versorgung mit den in § 140b Abs. 1 genannten Vertragspartnern abschließen. Die Verträge zur integrierten Versorgung sollen eine bevölkerungsbezogene Flächendeckung der Versorgung ermöglichen. Soweit die Versorgung der Versicherten nach diesen Verträgen durchgeführt wird, ist der Sicherstellungsauftrag nach § 75 Abs. 1 eingeschränkt. Das Versorgungsangebot und die Voraussetzungen seiner Inanspruchnahme ergeben sich aus dem Vertrag zur integrierten Versorgung.

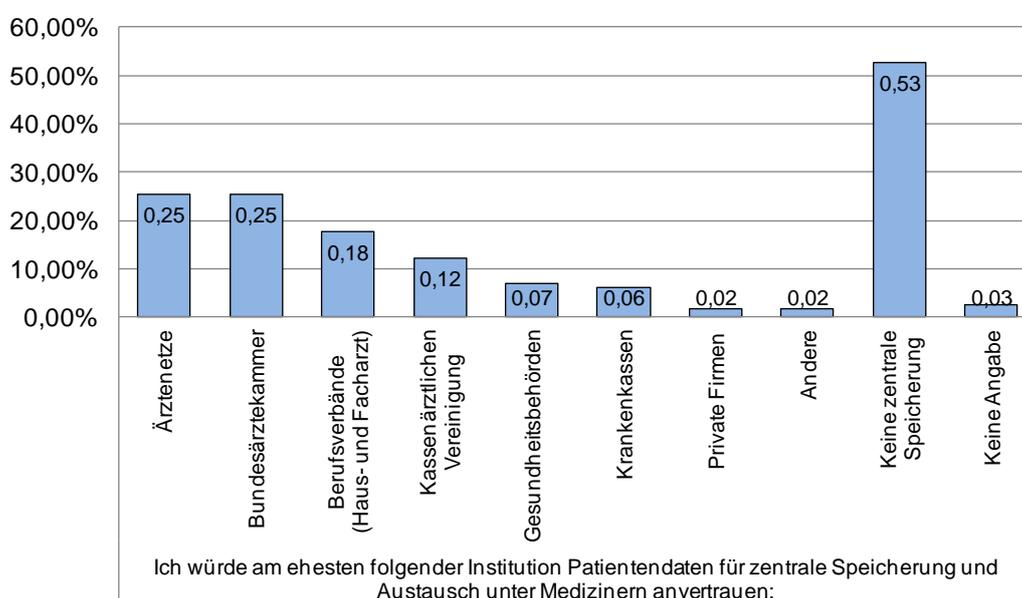
<sup>25</sup> Daten nach Absatz 3 Satz 1 sind: „Medizinischen Daten, soweit sie für die Notfallversorgung erforderlich sind, Befunden, Diagnosen, Therapieempfehlungen sowie Behandlungsberichten in elektronischer und maschinell verwertbarer Form für eine einrichtungübergreifende, fallbezogene Kooperation (elektronischer Arztbrief), Daten zur Prüfung der Arzneimitteltherapiesicherheit, Daten über Befunde, Diagnosen, Therapiemaßnahmen, Behandlungsberichte sowie Impfungen für eine fall- und einrichtungübergreifende Dokumentation über den Patienten (elektronische Patientenakte), durch von Versicherten selbst oder für sie zur Verfügung gestellte Daten sowie, Daten über in Anspruch genommene Leistungen und deren vorläufige Kosten für die Versicherten“ (SGB V §291a)

RB4	<p>„Die Krankenkassen können die Verträge nach § 140a nur mit:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. einzelnen, zur vertragsärztlichen Versorgung zugelassenen Ärzten und Zahnärzten und einzelnen sonstigen, nach diesem Kapitel zur Versorgung der Versicherten berechtigten Leistungserbringern oder deren Gemeinschaften [...]</li> <li>6. Gemeinschaften der vorgenannten Leistungserbringer und deren Gemeinschaften, [...]</li> <li>9. Herstellern von Medizinprodukten im Sinne des Gesetzes über Medizinprodukte“</li> </ol>
<p>RB5</p> <p>SGB V (§75, Absatz 1)</p>	<p>„Die Kassenärztlichen Vereinigungen und die Kassenärztlichen Bundesvereinigungen haben die vertragsärztliche Versorgung in dem in § 73 Abs. 2 bezeichneten Umfang sicherzustellen und den Krankenkassen und ihren Verbänden gegenüber die Gewähr dafür zu übernehmen, dass die vertragsärztliche Versorgung den gesetzlichen und vertraglichen Erfordernissen entspricht [...].“</p>
<p>RB6</p> <p>SGB V (§291a, Absatz 3)</p>	<p>„[...] muss die Gesundheitskarte geeignet sein, folgende Anwendungen zu unterstützen, insbesondere das Erheben, Verarbeiten und Nutzen von [...] durch von Versicherten selbst oder für sie zur Verfügung gestellte Daten.“</p>
<p>RB7</p> <p>SGB V (§140b, Absatz 3)</p>	<p>„In den Verträgen nach Absatz 1 müssen sich die Vertragspartner der Krankenkassen zu einer qualitätsgesicherten, wirksamen, ausreichenden, zweckmäßigen und wirtschaftlichen Versorgung der Versicherten verpflichten. Die Vertragspartner haben die Erfüllung der Leistungsansprüche der Versicherten nach den §§ 2 und 11 bis 62 in dem Maße zu gewährleisten, zu dem die Leistungserbringer nach diesem Kapitel verpflichtet sind.“</p>
<p>RB8</p> <p>SGB V (§140b, Absatz 3)</p>	<p>Insbesondere müssen die Vertragspartner die Gewähr dafür übernehmen, dass sie die organisatorischen, betriebswirtschaftlichen sowie die medizinischen und medizintechnischen Voraussetzungen für die vereinbarte integrierte Versorgung entsprechend dem allgemein anerkannten Stand der medizinischen Erkenntnisse und des medizinischen Fortschritts erfüllen und eine an dem Versorgungsbedarf der Versicherten orientierte Zusammenarbeit zwischen allen an der Versorgung Beteiligten einschließlich der Koordination zwischen den verschiedenen Versorgungsbereichen und einer ausreichenden Dokumentation, die allen an der Integrierten Versorgung Beteiligten im jeweils erforderlichen Umfang zugänglich sein muss, sicherstellen.</p>

<p>RB9</p> <p>SGB V (§140b, Absatz 3)</p>	<p>“ Die Leistungserbringer [...] sind im Rahmen eines Vertrages zur integrierten Versorgung nach Maßgabe des § 116b Absatz 2 Satz 1 zur Erbringung von Leistungen der ambulanten spezialfachärztlichen Versorgung berechtigt.</p>
<p>RB10</p> <p>SGB V (§116b, Absatz 2)</p>	<p>Die ambulante spezialfachärztliche Versorgung umfasst die Diagnostik und Behandlung komplexer, schwer therapierbarer Krankheiten, die je nach Krankheit eine spezielle Qualifikation, eine interdisziplinäre Zusammenarbeit und besondere Ausstattungen erfordern. Hierzu gehören [...]</p> <p>d) Herzinsuffizienz (NYHA Stadium 3–4)</p>
<p>RB11</p> <p>SGB V (§140c, Absatz 1)</p>	<p>“ Die Verträge zur integrierten Versorgung legen die Vergütung fest. Aus der Vergütung für die integrierten Versorgungsformen sind sämtliche Leistungen, die von teilnehmenden Versicherten im Rahmen des vertraglichen Versorgungsauftrags in Anspruch genommen werden, zu vergüten. Dies gilt auch für die Inanspruchnahme von Leistungen von nicht an der integrierten Versorgung teilnehmenden Leistungserbringern, soweit die Versicherten von an der integrierten Versorgung teilnehmenden Leistungserbringern an die nicht teilnehmenden Leistungserbringer überwiesen wurden oder aus sonstigen, in dem Vertrag zur integrierten Versorgung geregelten Gründen berechtigt waren, nicht teilnehmende Leistungserbringer in Anspruch zu nehmen.“</p>
<p>RB12</p> <p>SGB V (§140c, Absatz 2)</p>	<p>“ Die Verträge zur integrierten Versorgung können die Übernahme der Budgetverantwortung insgesamt oder für definierbare Teilbereiche (kombiniertes Budget) vorsehen. Die Zahl der teilnehmenden Versicherten und deren Risikostruktur sind zu berücksichtigen. Ergänzende Morbiditätskriterien sollen in den Vereinbarungen berücksichtigt werden.“</p>
<p>RB13</p> <p>Gematik (2008d, 26).</p>	<p>„Daher MÜSSEN alltagstaugliche, für alle Versicherten praktikable, technische Verfahren zur aktiven Wahrnehmung dieser Beteiligungsrechte bereitgestellt werden und die Durchsetzbarkeit der Betroffenenrechte ist zu gewährleisten.“</p>
<p>RB14</p> <p>Gematik (2008d, 143).</p>	<p>“ [...] muss die Praktikabilität und Alltagstauglichkeit der Umgebungen gewährleistet sein. Eine Verzögerung der Nutzung bzw. ein zusätzlicher Aufwand und Wege sind einem Versicherten nicht zuzumuten“</p>

### 4.3.3 Sicherheitsanforderungen

Sicherheits- und Datenschutzbedenken waren zentrale Gründe für die Verzögerung der eGK-Einführung, wie in Kapitel 3.5.4 erläutert wurde. Eine zentrale Forderung der Ärzteschaft war es, auf die zentrale Speicherung von Patientendaten zu verzichten. Die zentrale Haltung von medizinischen Patientendaten wird von der überwiegenden Mehrheit der Ärzte in der Region nicht gewünscht. In einer Umfrage sprachen sich 53% der Befragten gegen eine zentrale Speicherung von Patientendaten im Praxisnetz GO IN aus (Dünnebeil et al. 2010b). Ein Ansatz, der die Kooperation der Ärzte über eine permanente zentrale ePA abwickelt, widerspricht demnach eindeutig der Mehrheitsmeinung der befragten Leistungserbringer im Praxisnetz GO IN (Abbildung 42).



**Abbildung 42 – Meinung zur Datenspeicherung**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2010b)

Demnach wird auf den Ansatz der zentralen ePA im Rahmen von MWA verzichtet. Es wird vielmehr der Ansatz zur dezentralen Kooperation über die Synchronisation dezentraler Datenbestände zurückgegriffen, der im Rahmen des elektronischen Arztbriefs vorgeschlagen wurde (vgl. Kapitel 3.3.9). Die Ablehnung der zentralen Speicherung ist nicht auf die Gegner der Telematik beschränkt, da diese nur 29% der Ärzteschaft im Praxisnetz GO IN ausmachen. Auch die Befürworter halten die zentrale Datenspeicherung mehrheitlich für bedenklich, selbst wenn die Daten verschlüsselt gespeichert werden (Tabelle 11). Die Mehrheit der Ärzte hat keine Bedenken, dass diese Maßnahme die Abläufe verzögert, auch wenn diese Gefahr von einigen Befürwortern gesehen wird. Die ePA wird von den niedergelassenen Ärzten auch weniger wichtig eingeschätzt als von Krankenhausärzten (Allensbach 2010), so ist ein Verzicht auf die zentrale Speicherung von Patientendaten für Behandlungsabläufe im

ambulanten Bereich, z.B. im Rahmen einer Facharztüberweisung, weniger problematisch als bei der Kooperation zwischen Klinikärzten.

**Tabelle 11 – Sicherheitsanforderungen an Telematikanwendungen**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2010a)

Question	Total	Mean	Mean	From strongly agree (1 )				
	Mean	Adopter	Rejecter	to strongly disagree (5)				
	◆	■	▶	1	2	3	4	5
National security standards for the handling of patients' medical data are necessary *	1,68	1,49	2,07					
I wish for committing for the handling of patients' medical data are necessary for my practice*	1,81	1,58	2,19					
It is important to me to be able to extensively inform my patients about the usage of their medical data *	1,96	1,84	2,32					
Patients can only control the usage of their data through decentralized storage on patients' devices *	2,80	2,59	3,43					
Encrypted storage of patients' medical data in a central location is not save enough *	2,01	2,34	1,64					
Abandoning central storage of patients' data will inevitably result in delay of treatment processes ***	3,62	3,11	4,46					
I do not feel able to consult my patients extensively about the usage of their medical data	2,64	2,63	2,33					

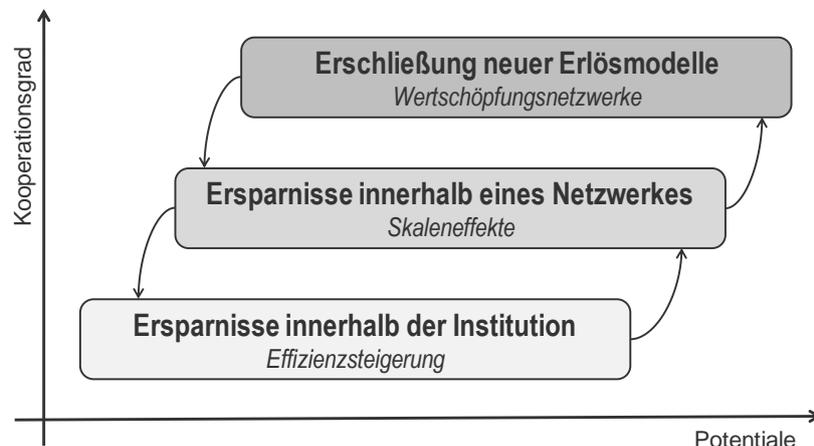
\*p < .05; \*\*p < .01; \*\*\*p < .001

Dabei möchten die meisten Leistungserbringer, dass die Datenverarbeitung nach national festgelegten Standards erfolgt, daher sollte, wenn immer möglich, auf das zentrale Sicherheitskonzept der TI zurückgegriffen werden (gematik 2008a). Ferner sollte nach RB1 und RB13 Versicherte eine Möglichkeit erhalten, ihre Rechte zur Autorisierung und Einsichtnahme in die medizinischen Prozesse alltagstauglich wahrzunehmen. Dies ist im Rahmen von MWA sicherzustellen. Gegenwärtig sehen Ärzte nicht die Möglichkeit, ihre Patienten umfassend über die Verwendung ihrer Daten zu informieren. Die Patienteninformation ist besonders vor dem Hintergrund wichtig, dass sich viele Ärzte als die zentralen Ansprechpartner ihrer Patienten bezüglich der Datenverarbeitung und e-Health Anwendungen sehen und ihre Patienten in diesem Rahmen umfassend aufklären wollen (Dünnebeil et al. 2010b).

#### 4.3.4 Ökonomische Anforderungen

Ärzte haben bei bisherigen Telematikanwendungen die Befürchtung, dass deren Nutzung die finanzielle Situation der Praxen verschlechtern wird (Dünnebeil et al. 2010a). Die Einführung von technischen Neuerungen wurde bisher nicht mit den vielfach geforderten Geschäftsmodellen (European Commission 2010) verbunden, wie sie etwa in (Dünnebeil/Leimeister/Krcmar 2012b) vorgeschlagen wurden. Zu diesem Zweck soll jede

MWA mit einem tragfähigen ökonomischen Modell hinterlegt werden. Generell ergeben sich in Praxisnetzen drei Möglichkeiten, um einen ökonomischen Vorteil im Rahmen des Anbieterkalküls zu erschaffen, ohne dabei die Gesamtkosten für die Kostenträger zu erhöhen (Abbildung 43).



**Abbildung 43 – Erlösmodelle für Praxisnetze**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2011d)

#### 4.3.4.1 Effizienzsteigerung

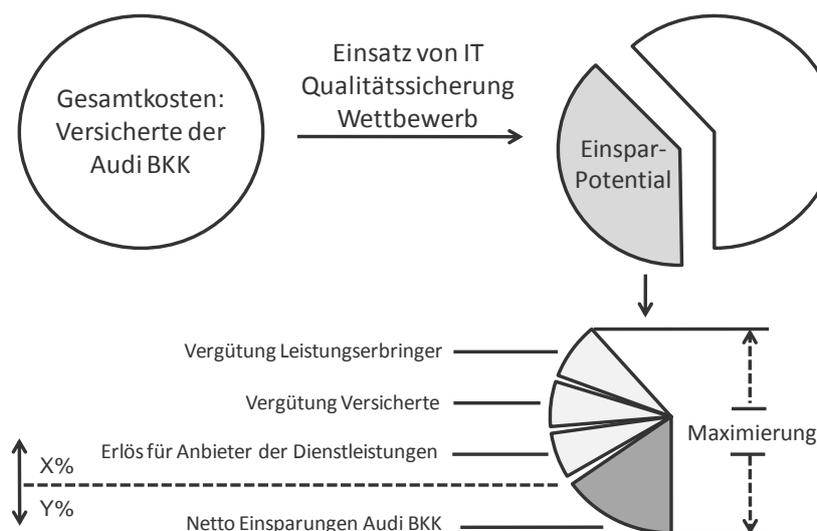
Die Ersparnisse innerhalb der Institution können theoretisch durch zusätzliche Funktionen der AIS bereitgestellt werden, um den vorgestellten Funktionsumfang der Systeme zu erweitern (Vgl. Kapitel 3.1). Da diese Funktionen im Regelfall keine neuen Behandlungsleistungen darstellen, sondern interne Verbesserungen in der Organisation, müssen sie nicht in einen Versorgungsvertrag eingebunden werden. Die Kosten der Dienstleistungen können von den Leistungserbringern getragen werden, die ökonomischen Potentiale sollten auf Ebene der Arztpraxis oder des Praxisnetzes bewertet werden. Die Effizienzsteigerung, etwa durch Einsparung von Personalkosten, muss dann mit den Aufwendungen für eine MWA verglichen werden. Auch Patienten können zur Wertschöpfung oder Effizienzsteigerung in der Institution herangezogen werden. Sieht man den Patienten als Kunden, so ist er nicht mehr alleine Empfänger von Behandlungsleistungen, sondern kann aktiv an der Wertschöpfung, im Fall von Gesundheitsdienstleistern dem Erhalt der Gesundheit oder der Heilung der Krankheiten mitwirken (Ramirez 1999). Durch die Bereitstellung von Schnittstellen nach außen, können Patienten so Vital- oder Anamnesedaten an den Arzt übermitteln, was ein Teil der Wertschöpfung in diesem Bereich an den Patienten auslagert. Die Aufwände für die Aktivitäten müssen und so nicht in der Arztpraxis erbracht werden (Ordanini/Pasini 2008).

Die MWA zum elektronischen Termin- und Überweisungsmanagement soll ein solches Geschäftsmodell umsetzen, da die Terminkoordination zwischen den Arztpraxen vereinfacht wird und die Übertragung von medizinischen Daten im Rahmen der bestehenden Facharztüberweisung vorgenommen wird. Die Terminreservierung soll optional vom Patienten wahrgenommen werden können, was die internen Praxishelfer weitgehend von der Aufgabe entbindet, Facharzttermine telefonisch zu vereinbaren. Die erneute Erfassung

medizinischer Daten durch Praxishelfer oder Ärzte kann durch den digitalen Austausch von bestehenden Behandlungsdaten ersetzt werden.

#### 4.3.4.2 Skaleneffekte

Werden Dienstleistungen oder Warenlieferungen nicht von jedem Arzt einzeln in Anspruch genommen, sondern durch ein Praxisnetz gebündelt, können Skaleneffekte erzielt werden. Dies gilt für den Einkauf von Praxisbedarf oder Impfstoffen, die im Praxisnetz GO IN gemeinschaftlich an Dienstleister vergeben werden sollen. Ferner können auch Verordnungen von niedergelassenen Ärzten an Dienstleister gebündelt vergeben werden, wenn es Rahmenverträge nach RB3 gibt. Gegenwärtig müssen z.B. Laborleistungen, sanitäre und orthopädische Hilfsmittel, verschreibungspflichtige Arzneimittel und Sehhilfen verordnet werden. Im Bereich der Arzneimittel gibt es weltweit starke Abweichungen der Abgabepreise, was auf unterschiedlich effiziente planwirtschaftliche Steuerungssysteme zurückzuführen ist (Wasem/Greß/Niebuhr 2005). In Deutschland werden auf Seiten der Krankenkassen Rabattverträge für Arzneimittel geschlossen, was auf heftige Kritik gestoßen ist (Greß et al. 2009). Die Bündelung von Verträgen und Einkäufen innerhalb eines Praxisnetzes versucht das Anbieterkalkül nach marktwirtschaftlichen Grundsätzen durchzusetzen und die Einkaufsmacht eines Kollektivs zu nutzen. Einkaufsbündelungen und gezielte Auswahl von Zulieferern konnten in der Industrie Ersparnisse von bis zu 15% erzielen. (Sadrian/Yoon 1994). Im medizinischen Bereich können Krankenkassen bei Medikamenten und medizinischen Hilfsmitteln schon signifikante Rabatte erzielen. Dies ist allerdings bei einer regionalen Versorgungsstruktur schwer zu überwachen, da Versicherte von mehr als 150 gesetzlichen Krankenkassen in der Region versorgt werden. Regionale Netzstrukturen können hingegen Rabatte aushandeln, etwa wenn Krankenkassen nicht eigenständig die Verträge mit den Zulieferern abwickeln möchten. So konnten in den USA signifikante Mengenrabatte für pharmazeutische Produkte durch Einkaufsnetzwerke erzielt werden (Robinson 2004).



**Abbildung 44 – Zu implementierende ökonomische Rahmenbedingungen**

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dünnebeil, 2011b

Der generelle Ansatz dieses Verfahrens soll für MWA verfolgt werden. Ein Integrierter Versorgungsvertrag kann entsprechend Ausgaben nach RB12 überwachen, um Ersparnisse, die durch Wettbewerb und Einkaufsbündelung entstehen, zu erfassen (Abbildung 44). Freiwerdende Finanzmittel können dann zu einem bestimmten Prozentsatz an Leistungserbringer, Patienten oder notwendige Dienstleistungsanbieter ausgeschüttet werden. Erzielt man bei der Verschreibungsbündelung von standardisierten Hilfsmitteln, die gegenwärtig im Raum Ingolstadt ein jährliches Volumen von etwa 35 Mio. Euro haben, Rabatte von 10%, so ist ein Einsparpotential von etwa 2,5 Mio. Euro pro Jahr möglich.

#### 4.3.4.3 Wertschöpfungsnetzwerke

Bei Wertschöpfungsnetzwerken werden in einem Ärzteverbund neue Werte geschaffen. Werte von Dienstleistungen im medizinischen Bereich können, im Vergleich zu Produkten, nicht direkt beziffert werden. Der Wert einer medizinischen Dienstleistung zur Prävention drückt sich dabei in den Behandlungskosten aus, die durch den präventiven Eingriff eingespart werden können. Die Behandlung von chronischer Herzinsuffizienz ist nach RB10 im Rahmen von Integrierten Versorgungsverträgen ausdrücklich möglich. Kann durch eine Maßnahme oder eine MWA nach RB12 die Mortalität oder die Risikostruktur verbessert werden, z.B. die Gefahr durch eine dekompensierte Herzinsuffizienz ins Krankenhaus eingewiesen zu werden, so schafft diese MWA einen Zusatzwert. Um diesen zu beziffern, muss, analog zu Einsparungen durch Skaleneffekte, das Einsparpotential beziffert werden. Sinken demnach die Ausgaben für stationäre Aufnahmen einer wohldefinierten Patientenpopulation in der Region durch eine Präventionsmaßnahme aus einem Integrierten Versorgungsvertrag, so ist die Verminderung von Krankenhausaufenthalten eine Möglichkeit, die Einsparung konkret zu beziffern. Eine dekompensierte Herzinsuffizienz wird nach der DRG-Fallpauschale F62A oder F62B verrechnet (InEK 2012), die mittleren Kosten für den Fall liegen nach einer Bewertungsrelation von 2002 bei ca. 3100 Euro<sup>26</sup>. Können, verglichen mit einem Referenzwert aus vorherigen Perioden, die Fallzahlen reduziert werden, so ist der Wert der Präventionsleistung die Summe der eingesparten Fallzahlen. Die Verteilung der Einsparungen auf die verschiedenen Partner sollte so vorgenommen werden, dass das Einsparpotential, also in diesem Fall die Wirkung der Präventionsmaßnahmen, maximiert wird.

#### 4.3.5 Katalog übergreifender Anforderungen

Tabelle 12 fasst alle übergreifenden Anforderungen zusammen, die sich an MWA ergeben. Dabei werden wichtige Erkenntnisse aus den vorherigen Passagen in jeweils einer übergreifenden Anforderung zusammengefasst. Eine kurze Begründung für jede Anforderung wird aus Gründen der Nachvollziehbarkeit ebenfalls aufgeführt.

---

<sup>26</sup> Die mittleren Kosten für einen Fall liegen bei 7528 Fällen und Gesamtkosten von 23,6 Mio. Euro bei 3135 Euro. Zahlen auf: [http://www.nkgev.de/download/band\\_1.pdf](http://www.nkgev.de/download/band_1.pdf), zugegriffen am 21.06.2012.

**Tabelle 12 – Liste übergreifender Anforderungen**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2013)

<b>Liste übergreifender Anforderungen (ÜA)</b>	
<b>ÜA 1</b>	<i>Auf die dauerhafte, zentrale Speicherung von personenbezogenen medizinischen Daten soll in MWA verzichtet werden.</i>
	Die Ärzte im Praxisnetz (53%) sprechen sich klar gegen die zentrale Speicherung von Patientendaten aus und bestätigen damit eine Reihe gleichlautender Voruntersuchungen (TKK 2009; Allensbach 2010).
<b>ÜA 2</b>	<i>MWA sollen sich, wenn möglich, an etablierten Versorgungsprozessen orientieren, um bestehende Anwendungen und Abläufe der Leistungserbringer einbinden zu können.</i>
	So soll der verbreiteten Angst vor Überforderung durch neue IT-gestützter Aktivitäten entgegengewirkt werden, um die Akzeptanz von MWA durch Verbesserung eingespielter Prozesse zu steigern.
<b>ÜA 3</b>	<i>Der in der MWA abgebildete Versorgungsprozess muss den bestehenden Prozess ersetzen können, eine parallele Ausführung ist nicht hinnehmbar.</i>
	Digitale Überweisungen, Verordnungen, Einweisungen oder Datenübermittlungen sehen die Ärzte nur als realistisch an, wenn diese nicht zusätzlich zu den papierbasierten Aktivitäten durchgeführt werden müssen.
<b>ÜA 4</b>	<i>Interoperabilität zur Vermeidung redundanter Datenerfassung ist notwendig, um manuelles Übertragen von Daten in die Primärsysteme zu vermeiden.</i>
	Für die manuelle Erfassung von Fremdbefunden oder Laborergebnissen bleibt im Praxisalltag keine Zeit. Daten aus anderen Systemen werden gegenwärtig oft nur gedruckt und der Papierakte beigelegt.
<b>ÜA 5</b>	<i>Die Möglichkeit fall- und netzspezifische Anforderungen unabhängig von den Herstellern der Primärsysteme durch MWA abzubilden muss gegeben sein.</i>
	Die Fokusgruppen der Haus-, Fach- und Krankenhausärzte äußerten den Wunsch, eigenständig zu definieren, welche Daten im Rahmen eines Versorgungsprozesses erhoben und übermittelt werden sollen.
<b>ÜA 6</b>	<i>Erstellung und Bearbeitung von medizinischen Datenobjekten muss eindeutig einer Person zugeordnet werden können, die ausreichende Autorisierung besitzt.</i>
	Nachvollziehbarkeit und Rechtssicherheit sind zentrale Bedenken bei der Verwendung medizinischer Bestandsdokumentation. Der Wunsch nach Transparenz und persönlicher Zurechenbarkeit wurde hier berücksichtigt.
<b>ÜA 7</b>	<i>MWA müssen auf etablierten und zertifizierten Sicherheitskonzepten aufgebaut werden.</i>
	Diese Anforderung entspricht dem Wunsch einer Zertifizierung von MWA durch den Bundesdatenschützer.
<b>ÜA 8</b>	<i>Patienten müssen den Transfer ihrer medizinischen Daten persönlich administrieren oder diese Aufgabe an einen Praxismitarbeiter delegieren können.</i>
	Hier wurden die Wahrung der Patientenrechte (SGB5 §291a), die Entwicklung eines patientenzentrierten Gesundheitswesens (Stewart et al. 2000) und die Gleichbehandlung von IT Nutzern und anderen Patienten betont.
<b>ÜA 9</b>	<i>Medizinische und administrative Aufgaben müssen möglichst getrennt werden können.</i>
	Die Ärzte waren offen für zusätzliche Aktivitäten zur Qualitätssicherung oder Effizienzsteigerung, möchten Aufgaben, die keine medizinischen Kompetenzen erfordern, jedoch an Helfer delegieren.
<b>ÜA 10</b>	<i>Die Möglichkeit zur Erfassung und Auswertung von wohldefinierten Steuerungsdaten aus den Versorgungsprozessen muss möglich sein.</i>
	Das Praxisnetz möchte für die Vergütung und Qualitätssicherung bspw. erfassen, bei welchen Diagnosen Einweisungen, Verordnungen und Überweisungen angestoßen und wie diese eingelöst wurden.
<b>ÜA 11</b>	<i>Einer MWA sollte immer mit einem Geschäfts- oder Vergütungsmodell verbunden werden, das die Aufwände und Investitionen im Rahmen eines Integrierten Versorgungsvertrags oder der KV-Regelfinanzierung honoriert.</i>
	Vgl. Kapitel 4.3.4

## 4.4 Funktionale Anforderungen

### 4.4.1 Elektronische Überweisung

Eine Facharztüberweisung dient im deutschen Gesundheitswesen dazu, Patienten die Berechtigung zur Weiterbehandlung bei einem Facharzt zu erteilen. Die Berechtigung wird durch einen Hausarzt mit Kassenzulassung erteilt. Im traditionellen Prozess stellt das Überweisungsformular eine ungerichtete Berechtigung zur Inanspruchnahme einer Facharztbehandlung dar, das nach der Vereinbarung eines Facharzttermins durch den Patienten an die Facharztpraxis übergeben wird. Patienten wählen durch die Terminvereinbarung implizit einen Empfänger, dem sie die medizinische Dokumentation zur Verfügung stellen. So wird aus der ungerichteten Kommunikation eine gerichtete. Für Patienten, Arzthelfer und Ärzte stellt es in der Praxis einen erheblichen Zeitaufwand dar, Arzttermine für die Weiterbehandlung zu koordinieren. Speziell die Suche nach einem zeitnahen Facharzttermin stellt oft eine große Herausforderung dar (Weisenfeld/Sörensen/Scherer 2009). Im gegenwärtigen Prozess werden Überweisungsformulare von der KV an Hausärzte verschickt. Sie werden bedruckt oder manuelle ausgefüllt und signieren und an Patienten übergeben, die dann, in der Regel telefonisch, einen Facharzttermin vereinbaren können (KBV 2011b). Medikation und Diagnosen können auf dem Formular vermerkt werden; wegen des Zeitaufwands der redundanten Datenerfassung kommt es jedoch häufig zum Ausstellen von unvollständigen Überweisungsträgern. Die Folge sind Informationsasymmetrien, die zu Doppeluntersuchungen oder Fehlbehandlungen führen können (IOM 2006). Patienten reichen den Überweisungsträger beim Facharzt ein, der die medizinischen Daten in seinem lokalen System erfasst und das Formular dann wiederum zur Abrechnung an die KV oder die Krankenkasse weiterleitet.

#### 4.4.1.1 Motivation

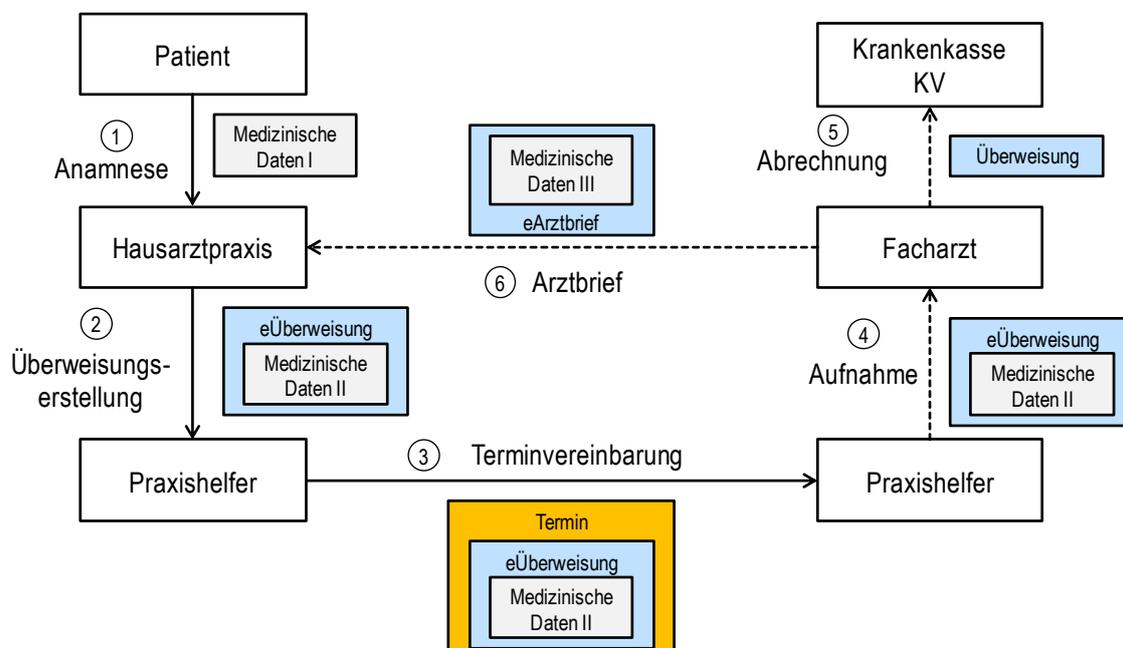
Die MWA zielt darauf, den Prozess der Terminvereinbarung mit dem der Überweisung und der Kommunikation medizinischer Inhalte zu verbinden. Zu diesem Zweck wird der Prozess der Facharztüberweisung digitalisiert und an die Gegebenheiten des Praxisnetzes angepasst. Übergeordnetes Ziel des Projektes ist es, einen durchgehenden Informationsfluss im Praxisnetz GO IN durch Nutzung von integrierter Telematikanwendungen zu erzielen und die Vorteile des digitalen Ablaufs zu illustrieren, die sich für die jeweiligen Nutzer und das Praxisnetz als Ganzes ergeben. Es sollen dabei traditionelle Prozesse kombiniert, digitalisiert, angereichert und durch IT-Systeme vereinfacht werden. Mit der Digitalisierung des bestehenden Ablaufs werden keine neuen Aktivitäten generiert, wie es das Anlegen, Pflegen und Nutzen einer zentralen Patientenakte bedeuten würde, vielmehr werden Durchlaufzeiten etablierter Prozesse beschleunigt und redundante Aktivitäten abgebaut. Der Mehrwert der Applikation liegt in der digitalen Autorisierung der Patienten, dem integrierten elektronischen Terminmanagement und der fachbezogenen Selektion und Übermittlung von digitalen medizinischen Daten. Es werden Nachrichten ausgetauscht, die zur Synchronisation der lokalen Datenbestände führen. Die Informationslogistik wird dahingehend optimiert, dass keine redundanten Informationen erfasst, Informationspathologien vermieden und die relevanten Daten zielgerichtet an die Prozessteilnehmer verteilt werden.

Das Angebot der Reservierung von Facharztterminen soll über eine zentrale Plattform erfolgen und zielt auf die Entlastung von Patienten und Arzthelfern in den Praxen. Die Vereinbarung zeitnaher Facharzttermine ist mit erheblichem telefonischem Kommunikationsaufwand verbunden. Das Auffinden von zeitlich oder räumlich günstig gelegenen Terminen wird durch einheitliche Darstellung für alle Patienten und Leistungserbringer in einem regional übergreifenden System vereinfacht. Das System soll ferner die Anamnese stärken, indem Patienten während der Terminvereinbarung im Terminportal des Praxisnetzes einen einheitlichen Anamnesebogen ausfüllen, der dann zum Arzt gesendet, von diesem überarbeitet und direkt gespeichert wird. Da nicht alle Leistungserbringer im ambulanten Gesundheitswesen, die an diesem Prozess beteiligt sind, über einheitliche IT-Systeme verfügen, wird eine hohe Interoperabilität zwischen verteilten Anwendungen angestrebt. Ziel ist es, die medizinischen Daten eines Patienten vom Hausarzt zum Facharzt zu kommunizieren, ohne dass eine redundante Erfassung notwendig wird. Die Patienten erhalten weiterhin die Möglichkeit, die freie Facharztwahl auszuüben, die ihnen von Rechts wegen zugesichert ist. Dazu können Patienten über das Internet Facharzttermine reservieren, wenn sie eine elektronische Überweisung besitzen. Fachärzte können eigenständig entscheiden, welche Behandlungen sie wann anbieten. Auf eine zentrale Speicherung von Patientendaten wird vollständig verzichtet und etablierte medizinische Standards werden zur Gewährleistung von Interoperabilität verwendet (Dünnebeil et al. 2011c).

#### 4.4.1.2 Versorgungsprozess

Der Prozess soll eine behandlungsbezogene Kommunikation von medizinischen, administrativen und terminbezogenen Daten vom Patienten über den Hausarzt zu Facharzt und Krankenkasse abbilden. Dabei sollen die Prozessteilnehmer nach (Augustin 1990) nur solche Daten erhalten, die sie nach rechtlichen und fachlichen Gesichtspunkten zur Wahrung ihrer Aufgabe benötigen. Die Kommunikation wird dabei so vereinfacht, dass der Prozess die gegenwärtigen Abläufe in den Institutionen abbildet und durch technische Hilfsmittel bestmöglich unterstützt. Die Betrachtung fokussiert sich dabei nicht auf technische Gesichtspunkte, wie es in den vorliegenden Spezifikationen der gematik geschieht, sondern stellt funktionale Gesichtspunkte in den Vordergrund. Bisher angedachte, aber wenig detaillierte Konzepte, wie etwa das Patientenfach (gematik 2009a), eine Schnittstelle zum Austausch von Daten zwischen Patient und Hausarzt, enthält bisher keine Aussagen in welchem Kontext Informationen ausgetauscht werden. Eine detailliertere Betrachtung für eine konkrete Umsetzung des Prozesses stellt ein Formular zur Eigenanamnese für Patienten dar. Dieses kann im Rahmen der Terminvereinbarung von Patienten ausgefüllt werden, wenn sie die Notwendigkeit einer ärztlichen Behandlung feststellen. Das Formular kann auf der Internetseite des Praxisnetzes im Rahmen der Terminvereinbarung für Hausärzte Patienteninformationen erfassen, gesichert an den Adressaten übertragen und sie dann in die Sprache des Arztes übersetzen (1). Durch die Nachbearbeitung des Hausarztes und dessen Signatur wird aus den Patienteninformationen ein verifiziertes medizinisches Dokument (Dünnebeil et al. 2009a). Die Überweisung, die die Weiterleitung der Informationen zu einem medizinischen Spezialisten in einer Facharztpraxis oder einem Krankenhaus darstellt (2), enthält dann sowohl administrative Daten, wie den Überweisungsträger, welcher zur

Inanspruchnahme der Facharztbehandlung berechtigt und von der Krankenkasse später zur Abrechnung verwendet wird als auch eine Komponente mit medizinischen Daten. Diese Datenelemente sollen in eine Terminkomponente verpackt werden, die die Vereinbarung einer Konsultation zwischen einem Patienten und einem Facharzt darstellt und genutzt wird, um die Autorisierung des weiterbehandelnden Leistungserbringers zur Einsichtnahme in die Patientendaten vorzunehmen (3) (Dünnebeil et al. 2011c). Zur Abrechnung müssen die medizinischen Daten aus der Überweisung entfernt werden (4), um nur die abrechnungsrelevanten Daten an die Kostenträger weiterzuleiten (5). Die Rückmeldung von Fachärzten an die verantwortlichen Hausärzte kann über den elektronischen Arztbrief abgewickelt werden (6). Die medizinischen Daten fließen so zurück an den Hausarzt, die inhaltliche Qualität wird bei jedem Prozessschritt verbessert. Abbildung 45 illustriert den Informationsfluss der elektronischen Überweisung im Gesamtkontext eines idealtypischen ambulanten Behandlungsprozesses.



**Abbildung 45 – Idealtypische Darstellung eines ambulanten Behandlungsprozesses**

Quelle: In Anlehnung an Dünnebeil (2011c)

#### 4.4.1.3 Anforderungskatalog

Alle Fachärzte des Praxisnetzes sollen Termine und deren Reservierung über das Internet anbieten können. Jeder Arzt kann die Art der Behandlung und deren Dauer eigenständig festlegen. Patienten erhalten über einen einheitlichen Zugang die Möglichkeit, freien Terminen und Behandlungen in Ihrer Umgebung zu finden und zu buchen, ohne dafür mehrere Ärzte telefonisch kontaktieren zu müssen, wenn die eine gültige Überweisung besitzen. Dieser Schritt soll optional auch von den Hilfskräften in den Arztpraxen durchgeführt werden können, wenn Patienten nicht über die kognitiven oder technischen Möglichkeiten verfügen, das zentrale Reservierungstool zu verwenden. Patienten erhalten so

weiterhin die Möglichkeit, die freie Facharztwahl auszuüben, die ihnen nach §76 des SGB5 zugesichert wird. Die Reservierungsmöglichkeit wird auf die Facharztgruppe der Überweisung eingeschränkt. Parallele Reservierungen mehrerer Arzttermine müssen durch das System unterbunden werden. Das Auffinden von zeitlich oder räumlich günstiger gelegenen Terminen wird durch adäquate Darstellung im System vereinfacht. Die elektronische Überweisung soll von Hausärzten erstellt werden können und durch eine qualifizierende digitale Signatur rechtskräftig werden. Den Hausärzten soll ferner die Möglichkeit geboten werden, medizinische Daten aus ihren lokalen Systemen in das digitale Überweisungsformular zu überführen, ohne sie manuell übertragen zu müssen. Auf eine dauerhafte zentrale Speicherung von Patientendaten muss verzichtet werden, da diese von den Ärzten ausdrücklich abgelehnt wird. Die Datenübermittlung an den Facharzt soll verschlüsselt erfolgen, die elektronischen Formulare werden nach Abruf gelöscht. Da nicht alle Ärzte des Praxisnetzes über einheitliche IT Systeme verfügen, soll die Implementierung der eÜberweisung nicht in den verschiedenen AIS umgesetzt werden, da eine Implementierung in 40 verschiedene Systeme ohne erhebliche Koordinationsaufwände nicht umsetzbar ist und alle Ärzte die Möglichkeit haben müssen, den Dienst zu nutzen. Es wird vielmehr die Interoperabilität zwischen verteilten MWA angestrebt, die jeder Arzt im Praxisnetz nutzen kann. Bei Bedarf sollen die MWA auf die Schnittstellen der AIS zugreifen können, um medizinische Daten aus dem AIS zu lesen oder einzutragen.

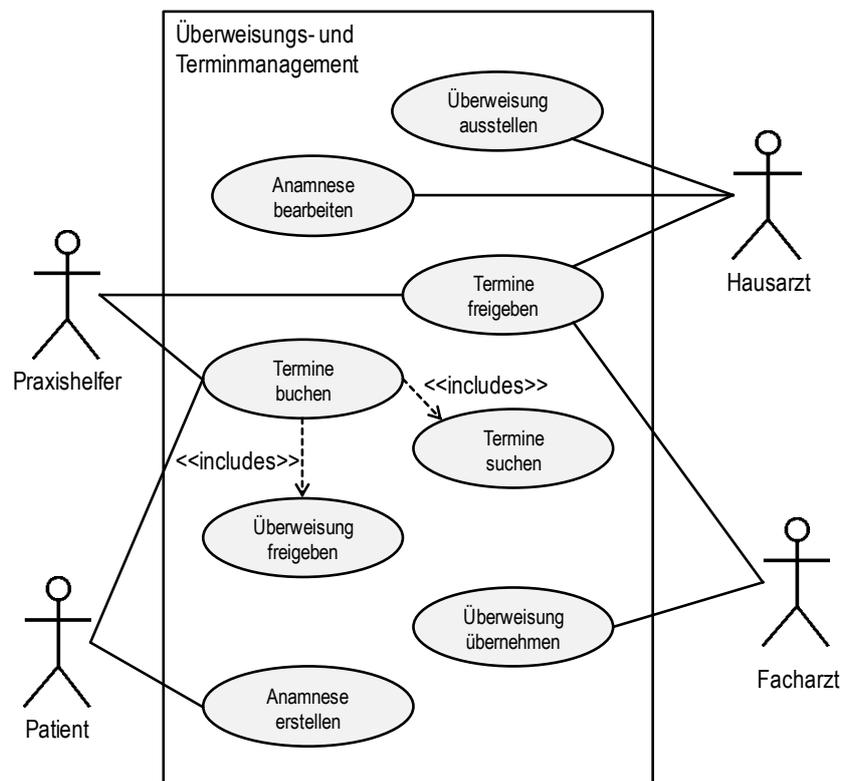
Der Prozess soll über eine exemplarische MWA illustriert werden, die einen Adapter zu verfügbaren PVS enthält, der medizinische Daten in ein Überweisungsformular einfügt und mit den notwendigen administrativen Daten anreichert. Die Daten eines Patienten sollen nach der Übertragung vom Facharzt in sein lokales Primärsystem übertragen werden können, ohne dass dort eine redundante Datenerfassung notwendig wird, um wichtige Informationen zur langfristigen Verwendung persistent zu speichern. Die Verbindung zwischen dem Ersteller der Überweisung und dem weiterbehandelnden Arzt soll durch einen Arzttermin hergestellt werden, der vom Patienten oder einer medizinischen Hilfskraft gebucht wird. Es sollen etablierte medizinische Datenformate verwendet werden, um Interoperabilität zu gewährleisten und das Angebot weiterer MWA zu fördern. Die Terminvereinbarung soll entsprechend nach §291a des SGB5 genutzt werden, um den Schritt der Autorisierung einzusparen. Der Termin, den ein Patient mit seinem Facharzt vereinbart, ist, sofern die Zustimmung im System gegeben wird, mit der Autorisierung für den weiter behandelnden Arzt verbunden. Alle Ärzte nutzen MWA, deren Implementierung und Nutzungsverhalten möglichst einheitlich ist, um die Supportaufwände zu begrenzen. Die Authentifizierung an den Systemen soll über den HBA realisiert werden, um den Zugriff Unbefugter zu verhindern. Alle Schnittstellen sollen als Web-Services angeboten werden, um das serviceorientierte Architekturparadigma der TI zu etablieren und eine Migration der Funktionen auf MWD der TI zu erleichtern. Dem Praxisnetz wird dadurch die Möglichkeit eröffnet, die Patientenflüsse im Praxisnetz zu kontrollieren, indem anonyme Steuerungsdaten aus den MWA erhoben werden. Die Steuerungsdaten dürfen allerdings keine Rückschlüsse auf Patienten zulassen, die Datenakquise muss daher auf aggregierte Daten beschränkt bleiben. So können koordinative Aufgaben im Praxisnetz verbessert werden, Erkenntnisse über die Wirksamkeit medizinischen Maßnahmen gesammelt werden, um Angebote zielgerichteter und hochwertiger zu gestalten.

**Tabelle 13 – Funktionaler Anforderungskatalog an die elektronische Überweisung***Quelle: Eigene Darstellung*

Bez.	Inhalt
FA1-1	Allen Ärzten des Praxisnetzes wird die Möglichkeit angeboten, Termine zur Reservierung über das Internet anzubieten.
FA1-2	Die Art der Behandlung, die Dauer und der Zeitpunkt der Termine werden durch den Arzt flexibel und eigenständig festgelegt.
FA1-3	Patienten erhalten über eine einheitliche Terminplattform die Möglichkeit, im Internet freie Termine und Behandlungen in Ihrer Umgebung zu finden und zu buchen, ohne mehrere Ärzte telefonisch kontaktieren zu müssen.
FA1-4	Patienten erhalten die Möglichkeit, einen elektronischen Bogen zur Eigenanamnese auszufüllen und diesen verschlüsselt an ihre Hausärzte zu senden.
FA1-5	Ärzte können die Anamnesebögen ihrer Patienten in digitaler Form abrufen, ihn bearbeiten und durch die QDS in ein medizinisches Dokument überführen.
FA1-6	Ärzte erhalten die Möglichkeit, Daten aus dem Anamnesebogen selektiv in ihr lokales AIS zu überführen.
FA1-7	Den Ärzten wird die Möglichkeit geboten, Daten aus ihren lokalen AIS in ein elektronisches Überweisungsformular zu überführen, dieses digital zu signieren und verschlüsselt an einen Facharzt zu senden.
FA1-8	Das Reservieren von Facharztterminen einer bestimmten Facharztgruppe für Patienten und Praxishelfer darf nur freigeschaltet werden, wenn sie eine gültige elektronische Überweisung besitzen.
FA1-9	Das verschlüsselte Überweisungsformular muss automatisch dem Facharzt zugeordnet werden, für den ein Patient oder Praxishelfer Termine vereinbart haben.
FA1-10	Fachärzte sollen die Möglichkeit erhalten, Daten aus dem digitalen Überweisungsträger selektiv in Ihr PVS überführen zu können.
FA1-11	Der Überweisungsträger muss zur digitalen Abrechnung mit der Krankenkasse verwendet werden können, ohne dass die personenbezogenen medizinischen Daten an die Kostenträger übermittelt werden.
FA1-12	Das Praxisnetz erhält die Möglichkeit, anonymisierte medizinische und administrative Steuerungsdaten aus den Überweisungsformularen zu aggregieren, um Aufgaben der Qualitätssicherung im Überweisungsprozess durchzuführen.

#### 4.4.1.4 Anwendungsfälle

Es wurden 8 Anwendungsfälle aus dem Prozess abgeleitet, die im Rahmen eines integrierten Überweisungs- und Terminmanagement umgesetzt werden müssen. Dabei fokussiert sich die Abhandlung auf die Prozessschritte 1 und 2 aus dem Prozess in Kapitel 4.4.1.2:



**Abbildung 46 – Anwendungsfalldiagramm eÜberweisung**

Quelle: Eigene Darstellung

Die administrativen Aufgaben können von Patienten und Praxishelfern ausgeführt werden, die medizinischen Aufgaben sind Ärzten vorbehalten. Exemplarisch wird in der Folge ein idealtypischer Prozessdurchlauf wiedergegeben, der die Anwendungsfälle in der Hausarztpraxis darstellt. Die Auswertung der Anamnese ist zu diesem Zeitpunkt bereits erfolgt, der Facharzt kann in der Folge die Daten aus der Überweisung verwenden und die Behandlung mit der Krankenkasse abzurechnen.

**Tabelle 14 – Anwendungsfall, Überweisungsausstellung in der Hausarztpraxis**

Quelle: Eigene Darstellung

Kennung	Beschreibung
Anwendungsfallname	<b>Facharztüberweisung</b>
Akteure	Patient, Hausarzt, Praxishelfer

Ereignisfluss	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der Hausarzt stellt während der Behandlung die Notwendigkeit einer Weiterbehandlung durch einen Facharzt fest und teilt dies dem Patienten mit.             <ol style="list-style-type: none"> <li>2. <i>Der Patient gibt seine Zustimmung für einen Facharztbesuch.</i></li> </ol> </li> <li>3. Der Hausarzt stellt dem Patienten eine Facharztüberweisung aus. Dabei wählt er alle medizinischen Daten aus seiner lokalen Dokumentation aus, die für die Weiterbehandlung relevant sind und überführt sie in das Überweisungsdocument. Der Hausarzt fragt den Patienten, ob das Überweisungsformular in der vorgeschlagenen Version an einen Facharzt übermittelt werden kann.             <ol style="list-style-type: none"> <li>4. <i>Der Patient gibt seine Zustimmung zur vorgelegten Zusammenstellung medizinischer Daten.</i></li> </ol> </li> <li>5. Der Hausarzt signiert den Überweisungsträger in der vom Patienten autorisierten Form.             <ol style="list-style-type: none"> <li>6. <i>Nach Beendigung der Hausarztkonsultation begibt sich der Patient zum Praxishelfer und informiert ihn bezüglich der Überweisung.</i></li> </ol> </li> <li>7. Der Praxishelfer fragt den Patienten, ob er Unterstützung bei der Vereinbarung eines Facharzttermins benötigt.             <ol style="list-style-type: none"> <li>8. <i>Der Patient nimmt die Unterstützungsleistung in Anspruch.</i></li> </ol> </li> <li>9. Der Praxishelfer nennt dem Patienten eine Auswahl freier Termine nach den Kriterien der Verfügbarkeit, der Entfernung oder des Facharztes.             <ol style="list-style-type: none"> <li>10. <i>Der Patient wählt einen Termin aus.</i></li> </ol> </li> <li>11. Der Praxishelfer bucht den Termin und hängt die signierte Überweisung an. Der Praxishelfer fragt den Patienten, ob er Unterstützung bei dem Transport zum Facharzttermin benötigt.             <ol style="list-style-type: none"> <li>12. <i>Der Patient nimmt die Unterstützungsleistung in Anspruch.</i></li> </ol> </li> <li>13. Der Praxishelfer wählt die Option „Transport zum Facharzt“ aus, prüft die Verfügbarkeit einer Transportverordnung und druckt/mailt dem Patienten eine Quittung mit den entsprechenden Daten.</li> </ol>
Anfangsbedingung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Hausarzt und der Facharzt verfügen über einen Konnektor, einen Kartenleser und einen Heilberufsausweis.</li> <li>• Die gültigen Zertifikate der Netzärzte sind über einen Verzeichnisdienst verfügbar oder im Arztsystem lokal vorhanden.</li> <li>• Die Krankenkasse stellt die Transportverordnungen über einen Dienst zur Verfügung.</li> </ul>
Abschlussbedingung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Patient hat einen Facharzttermin und ein Transportarrangement.</li> <li>• Der Facharzt verfügt über eine Elektronische Überweisung mit medizinischen Daten, die er entschlüsseln kann.</li> </ul>

#### 4.4.1.5 Datenmodell der elektronischen Überweisung

Die Facharztüberweisung enthält medizinische Informationen, die vom Hausarzt auf das Formular gedruckt oder geschrieben werden können. Während die papierbasierte Überweisung nicht maschinenlesbar und auf die Größe DIN A5 beschränkt ist, können in einer elektronischen Überweisung viele Vorteile elektronischer Datenverarbeitung genutzt werden. Die Felder der elektronischen Überweisung bilden eine beliebige Übermenge der derzeit verwendeten Papierformulare (Abbildung 47), demnach werden alle vorhandenen Inhalte der Überweisung in das Datenmodell der elektronischen Überweisung aufgenommen. Die Selektion der medizinischen Daten nach fallbezogenen Kriterien, wie sie schon im papierbasierten Prozess erfolgen sollte, kann mit beliebigen digitalen Elementen versehen werden, um die Krankengeschichte des Patienten adäquat wiederzugeben.

**Abbildung 47 – Überweisungsträger**

Quelle: (KBV 2011b)

Der Mehrwert der Applikation liegt folglich in der fachbezogenen Selektion von medizinischen Daten und ihrer digitaler Aufbereitung. Die einfache Extraktion der Daten aus den Quellsystemen und Wiederverwendung der Daten in den Zielsystemen, die durch den Aufruf des AIS-Adapters ermöglicht wird, kann damit zum Abbau von redundanter Datenerfassung und Informationsasymmetrien beitragen. Dies wird als eine wichtige Aufgabe in der Medizin angesehen, um Fehlbehandlungen vorzubeugen (Shekelle/Morton/Keeler 2006). Die medizinischen Inhalte der Überweisung wurden in (Dünnebeil et al. 2010b) detailliert erhoben und leiten sich aus den Anforderungen der Ärzte ab, die auf Tabelle 13 basiert. Für verschiedene medizinische Bereiche wurden die Notwendigkeit, die bevorzugte Aufbereitung, die Verwendung von Standards und die Sicherheitsbedenken abgefragt.

**Tabelle 15 – Anforderungen an medizinische Daten, Teil 1***Quelle: In Anlehnung an Dünnebeil (2010b)*

Diese medizinischen Daten...	Medikation	Allergien/ Intoleranz	Diagnosen	Befunde	Laborwerte	Nein = 0, Ja = 1	
	◆	■	▶	×	●	Nein	Ja
sollten im Gesundheitswesen möglichst einheitlich dokumentiert werden.	0,89	0,97	0,75	0,36	0,63		×
sollten Teil einer arztgeführten Patientenakte sein.	0,92	0,94	0,94	0,90	0,82		● ▶ ◆ ■
würde ich Patienten aus medizinischer Sicht zur zentralen Speicherung empfehlen.	0,82	0,93	0,55	0,31	0,38	×	● ▶ ◆ ■
sollten Patienten aus Gründen des Datenschutzes nicht zentral speichern.	0,24	0,10	0,67	0,80	0,59	■ ◆	● ▶ ×
bedingen Sicherheitsbedenken gegen eine zentrale Speicherung, die den medizinischen Nutzen der Datenverfügbarkeit übersteigt.	0,38	0,21	0,74	0,81	0,59	■ ◆	● ▶ ×
sollten nur unter Zustimmung von Patienten weitergegeben werden dürfen.	0,68	0,59	0,87	0,87	0,73		■ ◆ ● ▶ ×
müssen für den Behandlungserfolg zwischen den behandelnden Ärzten ausgetauscht werden.	0,97	0,83	0,91	0,76	0,75		● ■ ◆ ▶
sollten zwischen Ärzten ausgetauscht werden, um redundante Aufwände einzusparen.	0,98	0,86	0,91	0,81	0,79		● ■ ◆ ▶
sollten automatisiert in unsere Praxisdokumentation überführt werden können	0,68	0,66	0,59	0,59	0,78		▶ ■ ●
sollten in elektronischer Form an mitbehandelnde Kollegen verschickt werden können.	0,82	0,72	0,81	0,76	0,65		● ■ ◆ ▶
sollten Patienten generell verfügbar gemacht werden können.	0,86	0,87	0,80	0,53	0,64		×
sind Patienten nicht in der Lage Nutzen und Gefahren eigenständig abzuschätzen	0,46	0,34	0,65	0,85	0,75	■ ◆	▶ ● ×
verursachen bei der Weitergabe Probleme bezüglich der Rechtssicherheit für Ärzte	0,38	0,36	0,69	0,76	0,57	■ ◆	● ▶ ×

Generell sollte es demnach einen übergreifenden Standard zur Dokumentation von Medikation, Allergien und Unverträglichkeiten, Diagnosen und Laborwerten geben. Befunde wollen die Ärzte mehrheitlich nicht in standardisierter Form dokumentieren. Befunde werden daher im Freitext aufgenommen, Ärzte erhalten eine Möglichkeit, sie zusätzlich mit einem Anhang zu versehen, etwa mit einer Bilddatei. Zur zentralen Speicherung werden mehrheitlich nur Medikation und Allergien/Unverträglichkeiten empfohlen. Diagnosen, Untersuchungsergebnisse und Laborergebnisse sind die medizinischen Daten, die am meisten Skepsis bezüglich zentraler Speicherung hervorrufen. Sie können daher als die Inhalte verstanden werden, die die generelle Ablehnung von zentraler Datenverarbeitung im

Gesundheitswesen begründen. Die Mehrheit der Ärzte würde Patienten von einer dauerhaften zentralen Speicherung dieser Daten abraten, da hier die Datenschutzprobleme als zu gravierend angesehen werden, als dass eine zentrale Speicherung zu rechtfertigen wäre. Sollte dennoch auf eine zentrale Patientenakte für die Kommunikation medizinischer Inhalte zurückgegriffen werden, so sind diese Attribute mit besonderer Sorgfalt zu behandeln. Auch bezüglich der Rechtssicherheit gibt es bei genau den genannten Inhalten ärztliche Bedenken im Hinblick auf die digitale Verarbeitung. Der Austausch medizinischer Daten ist jedoch nach eindeutiger Mehrheitsmeinung notwendig, um eine qualitative hochwertige Behandlung anzubieten und redundante Arbeitsschritte abzubauen. Die elektronische Übermittlung von Diagnosen, Medikationen, Allergien und Befunden an Kollegen wird daher von der Mehrzahl der Ärzte ausdrücklich gewünscht. Dabei sollte die Extraktion der genannten Daten in ein digitales Format ebenso automatisiert werden, wie deren Verarbeitung aus digitalen Austauschmedien. Diagnosen, Untersuchungsergebnisse und Laborergebnisse können nach ärztlicher Meinung von der Mehrzahl der Patienten eigenständig nicht korrekt bewertet werden. Dennoch gibt es einen weitreichenden Konsens, dass solche Daten nur nach Autorisierung durch Patienten weitergegeben werden dürfen und dass es grundsätzlich eine Möglichkeit geben sollte, Patienten diese Daten zugänglich zu machen.

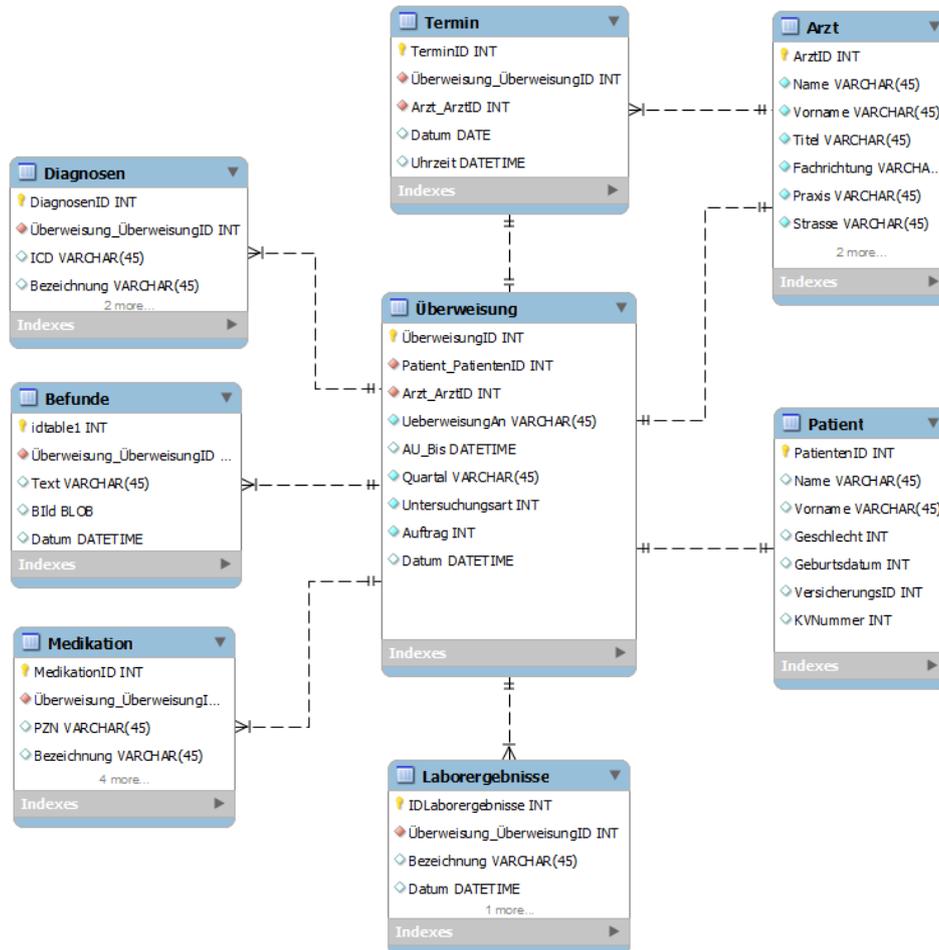
Weitere medizinische Datenelemente oder Dokumente wurden im Rahmen der Anforderungsanalyse abgefragt (Dünnebeil et al. 2010b). Impfpass, Blutgruppe, Organspendeausweis, Patientenverfügung wurden von den Ärzten nicht als relevant für den regulären Austausch im Rahmen einer kooperativen Behandlung genannt (Tabelle 16), sie sollten daher in einer anderen MWA aufgegriffen werden. Notfalldaten bilden hier eine Ausnahme, diese sind jedoch auf der eGK im Rahmen der gematik Fachanwendung für Notfalldaten verfügbar (gematik 2008c). Sie müssen daher nicht explizit in eine reguläre Überweisung aufgenommen werden. Der Austausch der genannten Daten hat weder einen medizinischen noch einen administrativen Nutzen. Die Elemente, die in Tabelle 16 aufgeführt wurden, könnten ohne Bedenken Teil einer zentralen Patientenakte werden oder in den Notfalldatensatz integriert werden, da sie keine datenschutzrechtlichen Bedenken hervorrufen. Speziell die Integration des Organspendeausweises in den Notfalldatensatz wurde breit diskutiert (Nationaler Ethikrat 2007) und wirft nach Meinung der Ärzte keine datenschutzrechtlichen Probleme auf. Die zentrale Speicherung dieser Daten wird Patienten einhellig empfohlen, Patienten können laut der Meinung der Ärzte im Praxisnetz GO IN den Nutzen und die Gefahren dieser Dokumente eigenständig beurteilen. Es ergeben sich ferner wenig Bedenken bezüglich der Rechtssicherheit. Da diese Daten augenscheinlich nicht häufig im Behandlungsalltag verwendet werden, gibt es keine Notwendigkeit ihre Bearbeitung in die Bestandssysteme der Praxen zu integrieren. Dennoch wünscht sich die Mehrzahl der Ärzte diese Dokumente in ihrer lokalen Praxisdokumentation, ein standardisiertes Format für solche Datenelemente kann in diesem Rahmen angedacht werden. Von einer Integration in die elektronische Überweisung wurde aus den genannten Gründen abgesehen (Dünnebeil et al. 2010b).

**Tabelle 16 – Anforderungen an medizinische Daten, Teil 2***Quelle: In Anlehnung an Dünnebeil (2010b)*

Diese medizinischen Daten...	Impfpass	Blutgruppe	Organspende Ausweis	Patienten- Verfügung	Notfalldaten	Nein = 0, Ja = 1	
	◆	■	▶	×	●	Nein	Ja
sollten im Gesundheitswesen möglichst einheitlich dokumentiert werden.	0.78	0.65	0.68	0.62	0.79		▶ ●
sollten Teil einer arztgeführten Patientenakte sein.	0.78	0.57	0.50	0.60	0.81		▶ ■ × ●
würde ich Patienten aus medizinischer Sicht zur zentralen Speicherung empfehlen.	0.68	0.68	0.71	0.71	0.83		▶ × ●
sollten Patienten aus Gründen des Datenschutzes nicht zentral speichern.	0.16	0.19	0.17	0.27	0.13	● ×	
bedingen Sicherheitsbedenken gegen eine zentrale Speicherung, die den medizinischen Nutzen der Datenverfügbarkeit übersteigt.	0.23	0.25	0.33	0.37	0.23	● ▶ ×	
sollten nur unter Zustimmung von Patienten weitergegeben werden dürfen.	0.56	0.53	0.55	0.63	0.55		▶ ×
müssen für den Behandlungserfolg zwischen den behandelnden Ärzten ausgetauscht werden.	0.40	0.34	0.21	0.29	0.66	▶ × ■ ◆	●
sollten zwischen Ärzten ausgetauscht werden, um redundante Aufwände einzusparen.	0.49	0.40	0.28	0.36	0.64	▶ ▶ ■ ◆	●
sollten automatisiert in unsere Praxisdokumentation überführt werden können	0.39	0.39	0.28	0.30	0.49	▶ ▶ ■ ●	
sollten in elektronischer Form an mitbehandelnde Kollegen verschickt werden können.	0.31	0.28	0.19	0.20	0.50	▶ ▶ ■ ●	●
sollten Patienten generell verfügbar gemacht werden können.	0.76	0.71	0.63	0.67	0.81		▶ ▶ ■ ●
sind Patienten nicht in der Lage Nutzen und Gefahren eigenständig abzuschätzen	0.34	0.32	0.25	0.23	0.31	▶ ▶ ■	
verursachen bei der Weitergabe Probleme bezüglich der Rechtssicherheit für Ärzte	0.33	0.40	0.33	0.33	0.40	▶ ▶ ■	

Im Datenmodell der elektronischen Überweisung, das logisch aus den dargestellten Erhebungen folgt, stellt der Überweisungsdatensatz die zentrale Entität dar. Diese enthält alle Attribute, die auch auf dem traditionellen Überweisungsträger verwendet werden (Abbildung 48). Ferner existieren Entitäten für alle notwendigen medizinischen Datenstrukturen, die von den Ärzten im Rahmen der Überweisung kommuniziert werden sollen. Die Kodierung für Medikation, Diagnosen, Allergien und Laborwerte erfolgt nach Standards, dazu wurden etwa ICD für Diagnosen und die PZN für Medikation verwendet. Der Patient und Arzt sind in eigene Entitäten ausgelagert, die jeweils die Arzt- und Patientenstammdaten repräsentieren. Der Hausarzt wird als Ersteller in die Überweisung aufgenommen, der Patient als Behandlungsobjekt. Zur Kommunikation der Überweisung existiert eine Entität für die

Termine, die den Facharzt referenziert. Die Terminentität wird eindeutig einer Überweisung zugeordnet, wenn ein Facharztbesuch vereinbart wird. Dazu wird eine Datum und eine Uhrzeit angelegt.



**Abbildung 48 – Datenmodell der elektronischen Überweisung**

*Quelle: Eigene Darstellung*

#### 4.4.2 Hilfsmittelverordnung

Hilfsmittel bezeichnen im deutschen Gesundheitswesen nach §33 des SGB. 5 alle medizinischen Produkte, die Patienten auf nichtmedikamentöser Basis bei der Genesung oder der Linderung ihrer Symptome helfen (BRD 2004). Dazu gehören beispielsweise Bandagen, Prothesen, Einlagen, Gehhilfen oder Krankenpflegeartikel. Hilfsmittel werden im deutschen Gesundheitssystem durch einen Vertragsarzt verschrieben und können von Patienten in Sanitätshäusern gegen Vorlage des Rezepts und einer Zuzahlung bezogen werden. Krankenkassen zahlen für die jeweiligen Artikel an die Lieferanten eine feste Pauschale, die von den Spitzenverbänden der Krankenkassen für definierte Artikelgruppen festgelegt wird (BRD 2004). Zur Verschreibung nutzen Ärzte ein Papierformular, das auch zur Verordnung von Medikamenten eingesetzt wird. Das Ordnungsformular wird von der KV an Haus- und Fachärzte verschickt. Diese bedrucken oder beschreiben und signieren das Formular und

übergeben es Patienten, die dieses dann, in der Regel persönlich, in einem Sanitätshaus oder einer Apotheke einlösen können. Die Ausgaben der gesetzlichen Krankenkassen für Hilfsmittel beliefen sich im Jahr 2010 auf ca. 6 Mrd. Euro, was ca. 3% der Ausgaben im ersten Gesundheitsmarkt ausmachte (BMG 2011a).

#### 4.4.2.1 Motivation

Um die Ausgaben für Hilfsmittel zu reduzieren, plant eine Betriebskrankenkasse, die einen großen Versichertenstamm in der Region Ingolstadt hat, einen leistungsbezogenen Vertrag mit dem regionalen Praxisnetz GO IN (Dünnebeil et al. 2011d). Die Verträge zur Integrierten Versorgung sollen nach RB12 die Budgetverantwortung für den definierten Teilbereich der Hilfsmittel von der KV-Versorgung auf das Praxisnetz und die Krankenkasse übertragen. Zur Stärkung des Wettbewerbs im Bereich der Hilfsmittel, sollen Anbieter von Hilfsmitteln die Möglichkeit erhalten, einen Rahmenvertrag über die Lieferung von Hilfsmitteln mit dem Praxisnetz abzuschließen. Durch die Kooperation von Ärzten innerhalb des Praxisnetzes sollen Skaleneffekte beim Einkauf erzielt werden. Die Verordnung von Hilfsmitteln wird gebündelt, um durch größere Abnahmemengen Rabatte zu erzielen. Auf der zentralen IT-Plattform des Praxisnetzes erhalten Anbieter von Hilfsmitteln die Möglichkeit, Angebote für standardisierte Hilfsmittel einzustellen. Die Höchstgrenze der Angebotspreise entspricht jenen Pauschalen, die von den Spitzenverbänden der Krankenkassen für Hilfsmittel festgelegt wurden. Zusätzlich legen die Anbieter dort die Art der Übergabe (Versand, Lieferung oder Abholung) fest. (Dünnebeil et al. 2011d) Auch die Menge der vorrätigen Artikel und die Lieferzeit sind einzustellen, um ein Angebot zu fixieren.

Ziel der MWA ist, die Ausgaben der GKV durch einen funktionierenden Markt, dessen obere Preisgrenze die Pauschale bildet, zu beschränken, ohne Leistungen zu kürzen. In dem Versorgungsvertrag zwischen dem Praxisnetz und der Betriebskrankenkasse wird festgelegt, dass Einsparungen bei Hilfsmittelverordnungen, die verglichen mit den Ausgaben der vergangenen Jahre erzielt werden, in den Folgejahren zu 60% an das Praxisnetz ausgeschüttet werden (Dünnebeil et al. 2011d). Die gesetzlichen Grundlagen zur Verordnung von Hilfsmitteln sollen von dem Vertrag nicht tangiert werden. Das Praxisnetz übernimmt die interne Verteilung der Mittel an die teilnehmenden Leistungserbringer eigenständig, die Krankenkasse zahlt auf jährlicher Basis den festgelegten Anteil der Ersparnisse an das Praxisnetz aus. Die Maßnahmen zur Einsparung werden - im Rahmen der gesetzlichen Rahmenbedingungen des SGB - durch das Praxisnetz eigenständig koordiniert und durchgeführt. Dabei kann das Praxisnetz Dienstleistungen von externen Partnern beziehen, die bei der Realisierung der Einsparungen und der benötigten Infrastruktur helfen.

Nach den Angaben von (Diekmann 2005) bedürfen nur ca. 25 % der Hilfsmittel individueller Anpassung im Sanitätshaus. Die restlichen 75 %, die so genannten standardisierten Hilfsmittel, können ohne persönlichen Kontakt an Patienten abgegeben werden. Der Markt an standardisierten Hilfsmitteln beläuft sich demnach auf ca. 4,5 Mrd. Euro pro Jahr<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Vgl. Zahlen aus Kapitel 2.1.1

Elektronische Märkte können bei der Lenkung von Dienstleistungs- und Warenströmen eine wichtige Stellung einnehmen. Sie werden in verschiedenen Formen und Ausprägungen angeboten und unterscheiden sich in ihrer Finanzierung, ihrer Verknüpfung mit nicht-elektronischen Märkten oder ihren Zielgruppen (Malone/Yates/Benjamin 1987). In Folge der Durchdringung des Gesundheitssystems mit IKT, können viele Teilprozesse oder ganze Dienstleistungen digital umgesetzt werden. Digitale Kommunikationswege erlauben es, in weniger Zeit und zu niedrigeren Kosten, mehr Angebote zu betrachten (Malone/Yates/Benjamin 1987). Auf diese Weise ist damit zu rechnen, dass die ausgewählte Dienstleistung oder das ausgewählte Produkt günstiger oder besser ist, als dies ohne elektronische Unterstützung der Fall wäre. Elektronischen Märkten zeigten schon im Jahr 1999 einen Preisvorteil von 15,5% für Bücher und 16,1% für CDs (Brynjolfsson/Smith 2000). Ferner konnte nachgewiesen werden, dass Preisdifferenzen zwischen einzelnen Händlern auf modernen Internetplattformen im Durchschnitt nur noch 0,22% betragen (Ghose/Yao 2006). Auch die Anpassung der Preise auf elektronischen Märkten zeigt eine höhere Dynamik als bei traditionellen Märkten (Forman/Ghose/Goldfarb 2009). Es konnten ferner beobachtet werden, dass sich die Anzahl der Firmen, die Produkte auf elektronischen Märkten anbieten, stark verringert, wenn die Preisunterschiede im Markt geringer werden. Die volkswirtschaftlichen Verluste, die sich aus der Verzögerung der Einführung von neuen Produkten ergeben, reduzieren sich dramatisch. Die Einführung eines neuen Produktes ist gleichbedeutend mit einem virtuellen Preisverfalls der Vorgängerprodukte. Ferner bieten elektronische Märkte eine weit größere Vielfalt an Produkten als traditionelle Märkte (Jansen 2006).

Im deutschen Gesundheitswesen können rezeptfreie Arzneimittel und frei verkäufliche medizinische Produkte bereits digital bestellt werden (Whitten/Steinfeld/Hellmich 2001). Onlinehändler garantieren teilweise Rabatte von 10% auf die Apothekenpreise<sup>28</sup>. Es ist auch möglich, verschreibungspflichtige Medikamente zu bestellen. Diese werden erst nach Vorlage des Rezepts ausgehändigt, die Bereitstellung der Verordnungen erfolgt in der Regel auf dem Postweg. Die Option des Einkaufs über elektronische Märkte ist speziell für Großverbraucher sinnvoll, wie sie etwa Krankenhäuser oder Praxisnetze darstellen (Dünnebeil et al. 2011d). Da im Personalbereich kaum Einsparungen realisiert werden können, hat diese Form des Einkaufs großes Potential. Damit haben Großverbraucher für die Anbieter größere Bedeutung als Privat-Einkäufer (Whitten/Steinfeld/Hellmich 2001), wengleich sich viele elektronische Märkte auf Privatpersonen spezialisiert haben. Hersteller können die elektronischen Vertriebswege auch dazu nutzen, ihre Produkte ohne einen Zwischenhändler direkt an die Endkunden zu vertreiben. Im nicht-elektronischen Bereich müsste ein Hersteller dazu eine eigene Vertriebsinfrastruktur aufbauen, während bei elektronischem Vertrieb keine physische Präsenz vor Ort gegeben sein muss und große Teile des Prozesses automatisiert werden können. Dadurch kann die Gewinnmarge erhöht, der Preis gesenkt werden oder der Markteinstieg erst ermöglicht werden. Neben der Möglichkeit, Produkte direkt online an Kunden zu verkaufen, gibt es noch weitere Geschäftsmodelle, um mit Hilfe elektronischer Märkte Gewinn zu erzielen (Whitten/Steinfeld/Hellmich 2001). Man kann versuchen

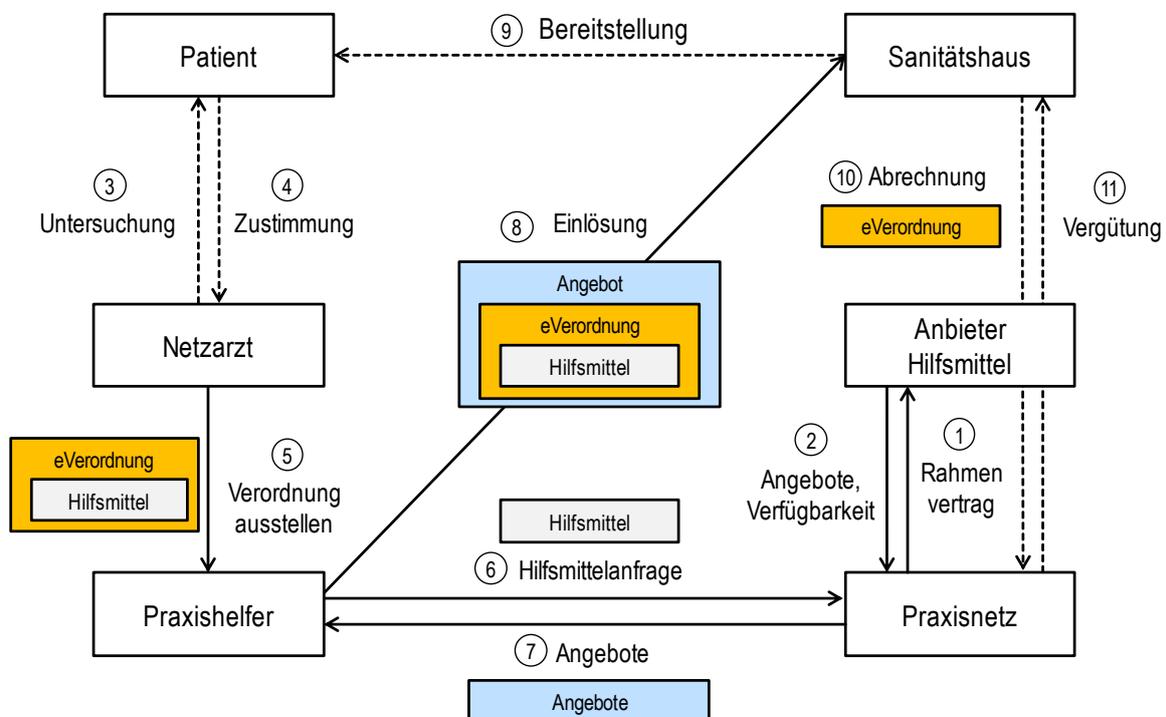
---

<sup>28</sup> Vgl. Angebote der Internetapotheke DocMorris: <http://www.docmorris.de/docmorris/ueber-uns/preisvorteile>, zugegriffen am 5.5.2012.

Anbieter und Käufer zusammen zu bringen, etwa in Form einer Versteigerungsplattform für Dienstleistungen und Produkte. Alternativ können Leistungen umsonst oder unter Wert angeboten werden, um mittels begleitender Werbung zu verdienen. Derartige Systeme können sich auch durch den Verkauf von Daten finanzieren, die über den Verbraucher gesammelt wurden. In medizinischen Bereichen wird dies von vielen Ländern weitgehend eingeschränkt, weswegen derartige Anbieter zumeist am Rande der Legalität operieren (Dünnebeil et al. 2011d). Auch Strukturparameter, wie Marktzugang, Preisfindung oder Gebührenmodell spielen eine Rolle (Weinhardt/Schnizler/Luckner 2003). Beim Gebührenmodell ist zwischen kostenlosen Angeboten und solchen bei denen einmal ein Betrag anfällt oder laufend nach Zeitintervall, bzw. Nutzungshäufigkeit zu unterscheiden (Nüttgens/Dirik 2008).

#### 4.4.2.2 Referenzprozess

Aus den Interviews wurde ein zentraler Versorgungsprozess für den Prozess des Hilfsmittelmanagements abgeleitet (Abbildung 49). Dieser sieht vor, dass vor dem regulären Prozess ein Rahmenvertrag zwischen einem Hersteller oder Zwischenhändler von Hilfsmitteln und dem Praxisnetz geschlossen wird (1). In diesem Schritt werden die Zahlungskonditionen zwischen dem Anbieter und dem Ärzteverbund geregelt, Rabattverträge ausgehandelt und Lieferkonditionen festgeschrieben. Dann können Anbieter Angebote für eine Untergruppe von Hilfsmitteln auf dem Marktplatz des Praxisnetzes GO IN einstellen (2). Produktbeschreibung, Preise, Verfügbarkeit und Lieferkonditionen sind vorgeschriebene Eingabeparameter.



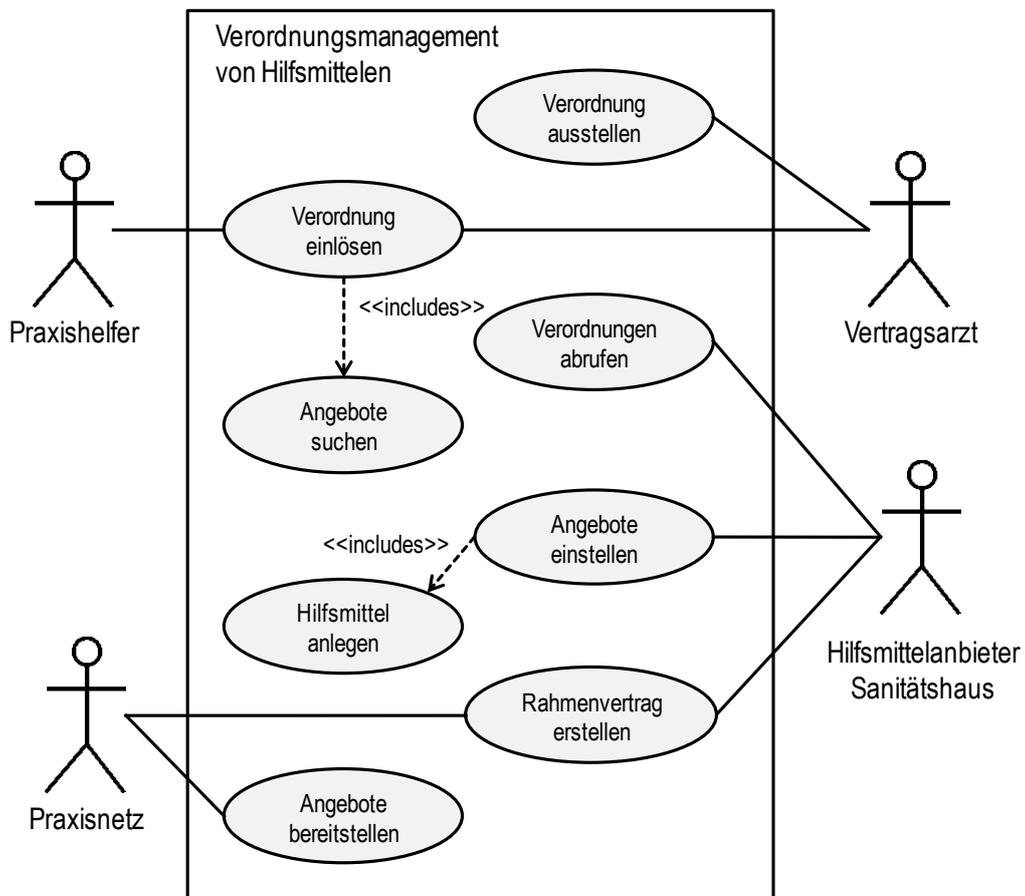
**Abbildung 49 – Referenzprozess zum elektronischen Hilfsmittelmanagement**

Quelle: Eigene Darstellung

Es werden weitere Schnittstellen bereitgestellt, um die Anzahl der verfügbaren Artikel und die Lieferkonditionen anzupassen. Verordnet ein Vertragsarzt einem Patienten ein Hilfsmittel, so kann er die Option der elektronischen Verordnung nutzen, wenn der Patient dem Verfahren zustimmt (3-4). Patienten soll weiterhin das traditionelle Verfahren offenstehen, falls keine Angebote verfügbar sind oder das neue Verfahren von ihnen ablehnt wird. Daraufhin kann der Vertragsarzt eine elektronische Verordnung erstellen und digital signieren, die in einem Austauschverzeichnis innerhalb der Praxis abgelegt wird (5). Praxishelfer sollen Patienten bei der Einlösung der Hilfsmittelverordnungen assistieren. Sie Fragen für die Untergruppe der Hilfsmittel die Angebote am elektronischen Marktplatz des Praxisnetzes ab (6). Aus der Angebotsliste, die vom Marktplatz des Praxisnetzes zur Verfügung gestellt wird (7), können Patienten und Praxishelfer das Hilfsmittel auswählen, das den Anforderungen der Patienten entspricht. Ferner können noch weitere Daten zur Verordnung hinzugefügt werden, die der Arzt aus Zeitgründen nicht erfassen konnte, etwa die Größe einer orthopädischen Bandage oder eine von den Patientenstammdaten abweichende Lieferanschrift. Die Verordnung wird mit der referenzierten Angebotsnummer gebucht, mit dem Zertifikat des Hilfsmittelherstellers verschlüsselt und übermittelt (8). Das Angebot kann direkt vom Vertragspartner verschickt, ausgeliefert oder zur Abholung bereitgestellt werden oder dieser Schritt wird vom Anbieter an ein angeschlossenes Sanitätshaus delegiert (9). Dort können Anpassungen für Patienten vollzogen werden, wenn es sich um ein Hilfsmittel handelt, das nicht voll standardisiert ist. Am Ende des entsprechenden Quartals oder nach Versand der Hilfsmittel kann der Hilfsmittellieferant die Verordnung digital an das Praxisnetz übermitteln (10), das die Leistung dann entsprechend der Konditionen des Angebots vergütet (11). Das Praxisnetz verrechnet seine Ansprüche im Rahmen des ausgehandelten Versorgungsvertrags mit der Krankenkasse. Zu diesem Zweck werden aus dem Prozess Steuerungsdaten erhoben, die es dem Praxisnetz ermöglichen, die Aktivitäten aus dem Hilfsmittelmanagement im Rahmen der Vertragskonditionen zu vergüten.

#### 4.4.2.3 Anwendungsfälle

Für das elektronische Hilfsmittelmanagement wurden im Rahmen des Referenzprozesses sieben Anwendungsfälle identifiziert, um die Hilfsmittelverwaltung akkurat abbilden zu können. Die MWA soll die Schritte 1-2 und 5-8 des Referenzprozesses digital abbilden, die weiteren Schritte (gestrichelte Pfeile in Abbildung 49) sollen manuell erfolgen und könne durch externe Applikationen unterstützt werden. Das Anwendungsfalldiagramm in Abbildung 50 identifiziert dazu die vier Stakeholder, die in diese Prozessschritte involviert sind: Vertragsärzte, Praxishelfer, Hilfsmittelanbieter und Praxisnetz. Das Einlösen der Verordnungen wurde im Gegensatz zum Überweisungsmanagement zunächst auf die Ärzte und Praxishelfer beschränkt, kann aber, analog zu elektronischen Überweisung, auch auf Patienten ausgeweitet werden. Der Rahmenvertrag zum Management der Hilfsmittelverordnungen soll zwischen dem Praxisnetz und den Hilfsmittelherstellern ausgehandelt und auf den elektronischen Marktplatz abgebildet werden.



**Abbildung 50 – Anwendungsfälle des Hilfsmittelmanagement**

Quelle: Eigene Darstellung

In der Folge wird der Prozessdurchlauf als kooperativer Anwendungsfall in der Arztpraxis dargestellt, der zwischen Vertragsarzt, Patient, Praxishelfer und dem System des Praxisnetzes abläuft und die Prozessschritte 3-7 abbildet. Die Anwendungsfälle: Verordnung ausstellen, Angebot suchen und Verordnung einlösen werden in diesem Zusammenhang als Ablauf beschrieben, die weiteren Aktivitäten sind, abgesehen vom Abrufen der Verordnung vorgelagert, so dass die Anwendungsfälle erfolgreich durchgeführt werden können.

**Tabelle 17 – Anwendungsfall, Verordnung und Bestellung von Hilfsmitteln**

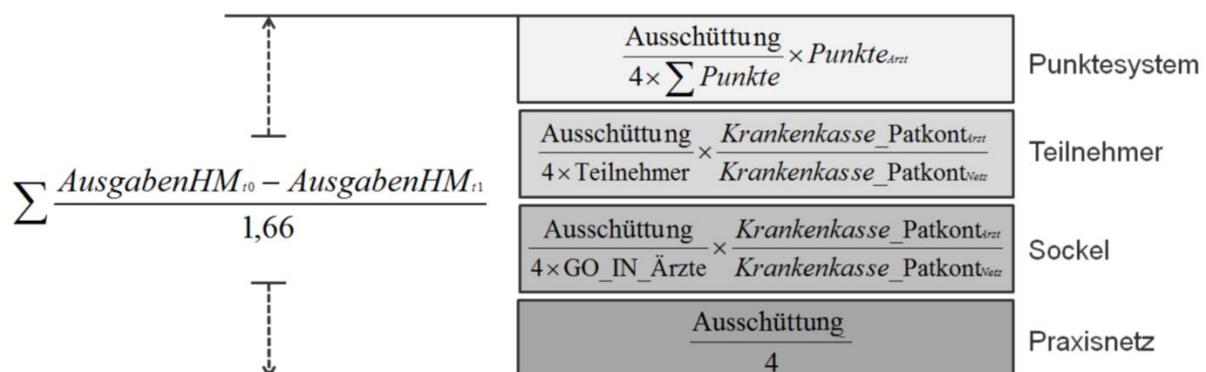
Quelle: Eigene Darstellung

Kennung	Beschreibung
Anwendungsfallname	<b>Hilfsmittelverordnung und -bestellung</b>
Akteure	Patient, Hausarzt, Praxishelfer

Ereignisfluss	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der Hausarzt stellt während der Behandlung die Notwendigkeit der Anwendung eines Hilfsmittels fest.             <ol style="list-style-type: none"> <li>2. <i>Der Patient gibt seine Zustimmung zur Anwendung des Hilfsmittels.</i></li> </ol> </li> <li>3. Der Hausarzt stellt dem Patienten eine Hilfsmittelverordnung aus. Dabei wählt er das notwendige Hilfsmittel aus einem Hilfsmittelkatalog aus. Der Hausarzt fragt den Patienten, ob das Verordnungsformular in der vorgeschlagenen Version an ein Sanitätshaus übermittelt werden kann.             <ol style="list-style-type: none"> <li>4. <i>Der Patient gibt seine Zustimmung zur vorgelegten Hilfsmittelverordnung.</i></li> </ol> </li> <li>5. Der Hausarzt signiert die Verordnung in der vom Patienten autorisierten Form.             <ol style="list-style-type: none"> <li>6. <i>Nach Beendigung der Hausarztkonsultation begibt sich der Patient zum Praxishelfer und informiert ihn bezüglich der Verordnung.</i></li> </ol> </li> <li>7. Der Praxishelfer fragt den Patienten, ob er Unterstützung bei der Einlösung der Verordnung benötigt.             <ol style="list-style-type: none"> <li>8. <i>Der Patient nimmt die Unterstützungsleistung in Anspruch.</i></li> </ol> </li> <li>9. Der Praxishelfer nennt dem Patienten eine Auswahl verfügbarer Hilfsmittel nach den Kriterien der Produkteigenschaften, der Verfügbarkeit, den Lieferkondition und dem Sanitätshaus.             <ol style="list-style-type: none"> <li>10. <i>Der Patient wählt das Angebot eines Lieferanten und die Lieferkonditionen aus.</i></li> </ol> </li> <li>11. Der Praxishelfer bucht die Verordnung in das System ein, hängt die signierte Verordnung an und druckt/mailt dem Patienten eine Quittung mit den entsprechenden Daten.</li> </ol>
Anfangsbedingung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Hausarzt und der Facharzt verfügen über einen Konnektor, einen Kartenleser und einen Heilberufsausweis.</li> <li>• Die gültigen Zertifikate der Sanitätshäuser sind über einen Verzeichnisdienst verfügbar oder im Arztsystem lokal vorhanden.</li> <li>• Das Praxisnetz und ein Hilfsmittelanbieter haben einen Rahmenvertrag geschlossen.</li> <li>• Es gibt verfügbare Angebote aus der Hilfsmittelgruppe, die durch den Arzt verordnet wurde.</li> </ul>
Abschlussbedingung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Patient hat die Bezugs- bzw. Abholgenehmigung für ein Hilfsmittel, das ihm von einem Vertragsarzt verordnet wurde.</li> <li>• Das Sanitätshaus verfügt über eine elektronische Hilfsmittelverordnung, die einem Angebot zugeordnet ist, das es auf dem elektronischen Marktplatz des Praxisnetzes eingestellt hat.</li> </ul>

#### 4.4.2.4 Geschäftsmodell

Die Kalkulationsgrundlage für das Geschäftsmodell, das in Anlehnung an Kapitel 4.3.4.2 Skaleneffekte erzielen soll, bildet der Zeitraum vor der Verfügbarkeit des elektronischen Marktplatzes, die Periode  $t_0$ . Sie liefert die Referenz für die Einsparungen der Folgejahre. Als jährliche Anpassung der Kalkulationsgrundlage wird die durchschnittliche Ausgabensteigerung im deutschen Gesundheitssystem zwischen der aktuellen Periode  $t_n$  und der vorhergegangenen Periode  $t_{n-1}$  gewählt. So orientieren sich die Einsparungen, die durch den elektronischen Marktplatz erzielt werden, an den Gesamtausgaben im Gesundheitswesen. Der Mechanismus zur Vergütung der Leistungserbringer soll die Ärzte der Region zur Nutzung des Marktplatzes animieren (Dünnebeil et al. 2011d). Dabei werden Ärzte in zwei Gruppen geteilt. Solche, die sich nicht an der Nutzung des elektronischen Marktplatzes beteiligen und solche, die den Vertrag zur Nutzung ratifizieren und die Software und die erforderlichen Komponenten (HBA, Konnektor, Kartenleser) beschaffen. Die Einsparungen bis zu einem Betrag von 100.000 Euro pro Jahr werden geviertelt in einen Verwaltungsanteile, der an das Praxisnetz ausgezahlt wird, einen Teilnehmerbetrag und einen Betrag der nach Beteiligungspunkten verteilt wird. Nichtteilnehmer erhalten nur Anteile an einem Sockelbetrag, der unter allen 500 Leistungserbringern der Region verteilt wird (Abbildung 51). Ärzte die wenig Aufwände für Hilfsmittel haben, z.B. Psychiater, erhalten so auch eine geringe Beteiligung an den Erlösen, die durch den Marktplatz generiert werden. Ärzte, die sich am Vertrag beteiligen, erhalten auch Anteile vom Teilnehmerbetrag, anteilig zu den Versicherten der Betriebskrankenkasse, die sie in diesem Zeitraum behandelt haben. Der Punktebetrag spiegelt die wirkliche aktive Beteiligung der Ärzte wider, er bildet den anteiligen Beitrag der jeweiligen Teilnehmer ab. Einsparungen, die über den Betrag von 100.000 Euro hinaus gehen, werden komplett dem Teilnehmer- und Punktebetrag gutgeschrieben. Die Ausschüttung an das Praxisnetz GO IN sind 60% der gesamten Einsparungen, die erzielt werden können.



**Abbildung 51 – Incentivierungsmodell für Ärzte**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2011d)

Je mehr Punkte ein Leistungserbringer zur Ersparnis beiträgt, desto höher ist die Beteiligung an der Ausschüttung. Hilfsmittel werden von der Krankenkasse mit einer festgelegten Pauschale für den jeweiligen Artikel vergütet. Ein gebrauchsfertiger Einmalkatheter hat

beispielsweise die Untergruppennummer 15.25.14.7 und wird mit einer Bruttopauschale von 3,27 Euro von der Krankenkasse entlohnt (BRD 2004). Dieser Artikel ist standardisiert und bedarf keiner individuellen Anpassung an den Patienten. Sanitätshäuser, die diese Artikel über das Internet vertreiben, bieten teilweise schon heute im rezeptfreien Direktverkauf Preise an, die unterhalb der Vergütungspauschale liegen. So kosten Katheter dieser Untergruppe 15.25.14.7 nur 2,92 Euro bei einer Versandeinheit von 30 Stück (BRD 2004). Wird ein solches Angebot über den Marktplatz von GO IN verordnet und bestellt, führt dies zu Einsparungen von 10,50 Euro, was, im Vergleich mit den erstatteten Pauschalbeträge, etwa 11% des Bruttopreises entspricht. Schließt man Verträge mit größeren Abnahmemengen ab, ist eine höhere Preisersparnis wahrscheinlich. Die digitale Bereitstellung einer rechtskräftigen elektronischen Verordnung kann darüber hinaus zur Einsparung von Verwaltungskosten führen, da die Verordnung nicht physikalisch zugestellt werden muss. Die niedrigeren Transaktionskosten werden bei funktionierenden Märkten an den Verbraucher weitergegeben. Auch die Abrechnung der Verordnungen mit den Krankenkassen kann auf elektronischem Wege erfolgen, da auch hier keine Weiterverarbeitung des Papierformulars notwendig ist.

Der Punktwert ergibt sich aus der Differenz zwischen der Pauschale und dem eigentlichen Verordnungswert. Dieser wird dem Arzt auf der zentralen Plattform des Praxisnetzes gutgeschrieben und nach dem Referenzzeitpunkt vergütet. Vor der Grenze von 100.000 Euro erhält der Arzt 1,56 Euro über das Punktesystem, nach Erreichen des Schwellwertes 3,12 Euro. Die elektronische Verordnung soll keinen zusätzlichen Aufwand, verglichen mit einer zu bedruckenden Verordnung, verursachen. Die Bestellung kann, wenn der Arzt eine Verordnung mit der Untergruppe und einer digitalen Signatur erstellt hat, auch vom Praxispersonal vorgenommen werden. Erzielt man im Rahmen des Projektes eine Einsparung von 10% bei standardisierten Hilfsmitteln, wie im Beispiel der Bestellung des Katheters, so ergäbe sich in der Region ein theoretisches Einsparungspotential von 2,5 Mio. Euro. Bedenkt man, dass nicht alle Krankenkassen an einem solchen Rahmenvertrag teilnehmen und nur 85% der Ärzte in der Region im Praxisnetz engagiert sind, liegt das Einsparpotential wohl erheblich niedriger. Dennoch können erhebliche logistische und bürokratische Hürden abgebaut werden, was zu einem zusätzlichen Einsparvolumen führen könnte. Nach der Erprobung des Systems im Bereich medizinischer Hilfsmittel ist zusätzlich der Vertrieb von Transportdienstleistungen, Heilmitteln und Medikamenten geplant. Das Marktvolumen innerhalb der Region könnte so erheblich ausgedehnt werden. Im ersten Quartal 2011 wurden für diese Leistungen im Rahmen der GKV in der Region Ingolstadt 61 Mio. Euro aufgewendet, was einem Jahresvolumen von fast 250 Mio. Euro entspricht (BMG 2011a).

#### 4.4.2.5 Anforderungskatalog

Der Anforderungskatalog fasst die erarbeiteten Erkenntnisse in detaillierten Funktionalitäten zusammen, die das Marktmodell, die Anwendungsfälle und den Referenzprozess bei der Implementierung sicherstellen sollen. So kann ein Pflichtenheft für die Entwicklung erstellt werden, das die Kernfunktionalitäten für Softwarehersteller aufbereitet. Da die Prozessschritte der Vertragserstellung und der Abrechnung nicht Teil der MWA sein sollen, wurde auf Anforderungen aus diesem Bereich verzichtet.

**Tabelle 18 – Anforderungskatalog zur Hilfsmittelverordnung***Quelle: Eigene Darstellung*

Bez.	Inhalt
FA2-1	Praxisnetze und Hilfsmittelanbieter erhalten die Möglichkeit einen Rahmenvertrag über die online Bereitstellung von Hilfsmitteln auf dem elektronischen Marktplatz des Praxisnetzes GO IN abzuschließen.
FA2-2	Anbieter von Hilfsmitteln sollen die Möglichkeit erhalten, Angebote für Hilfsmittel auf einem elektronischen Marktplatz des Praxisnetzes GO IN einzustellen.
FA2-3	Angebote für Hilfsmittel muss ein Preis zugeordnet werden, der von der gesetzlichen Vergütungspauschale für Hilfsmittel abweichen kann.
FA2-4	Angebote für Hilfsmittel müssen Bereitstellungskonditionen enthalten, die sowohl Lieferung, Abholung als auch Zustellung erlauben.
FA2-5	Alle Ärzte des Praxisnetzes erhalten die Möglichkeit, Hilfsmittelverordnungen digital aufzubereiten, zu erstellen und zu signieren.
FA2-6	Die Ärzte sollen die Stammdaten der Patienten entweder aus ihrem Primärsystem oder von der eGK abrufen können.
FA2-7	Ärzte bekommen einen digitalen Hilfsmittelkatalog zur Verfügung gestellt, um die richtige Hilfsmittelgruppe nach dynamischen Kriterien auswählen und in die Verordnung überführen zu können.
FA2-8	Arzthelfer erhalten die Möglichkeit, alle bestehenden Angebote für eine Hilfsmittelgruppe auf dem elektronischen Marktplatz des Praxisnetzes einzusehen.
FA2-9	Arzthelfer oder Ärzte erhalten die Möglichkeit, elektronische Verordnungen auf dem Marktplatz des Praxisnetzes GO IN einzulösen, indem eine Verordnung einem Angebot zugeordnet wird und verschlüsselt in einem Austauschdienst abgelegt wird.
FA2-10	Sanitätshäuser und Anbieter von Hilfsmitteln können Verordnungen, die ihren Angeboten zugeordnet wurden, abrufen und entschlüsseln.
FA2-11	Sanitätshäuser erhalten die Möglichkeit die digitalen Verordnungen von personenbezogenen medizinischen Daten zu reinigen, um sie dann zur Abrechnung an die Kostenträger weiterzuleiten

#### 4.4.2.6 Datenmodell

Analog zur elektronischen Überweisung, stellt der Überweisungsträger, der von der KBV spezifiziert wurde, die Grundlage für das Datenmodell dar. Auch in dieser MWA werden alle Daten des alten Prozesses übernommen und durch weitere Daten angereichert, die für den Referenzprozess benötigt werden.

Das Formular ist in folgende Bereiche unterteilt:

- Krankenkasse bzw. Kostenträger:** Gebühretitel, Gebührensatz, Rechnung, sonstige, Unfall, Arbeitsunfall.
- Name, Vorname des Versicherten:** geb am
- Kassen-Nr., Versicherten-Nr., Status**
- Betriebsstätten-Nr., Arzt-Nr., Datum**
- Rp. (Bitte Leerräume durchstreichen)**
- Zahlung:** Hilfsmittel, Stoff, Bedarf, Betrag, Pflicht, Apothekennummer / IK, 6, 7, 8, 9, Gesamt-Brutto
- Arzneimittel-Hilfsmittel-Nr., Faktor, Texte:** 1. Verordnung, 2. Verordnung, 3. Verordnung
- Abgabedatum in der Apotheke**
- Unterschrift des Arztes (Muster 16 (7.2008))**
- Bei Arbeitsunfall auszufüllen:** Unfalltag, Unfallbetrieb oder Arbeitgebernummer

**Abbildung 52 – Verordnungsträger für Hilfs- und Arzneimittel**

Quelle: (KBV 2011b)

Die zentrale Entität bei der elektronischen Verordnung von Hilfsmitteln ist das Angebot eines Hilfsmittels auf dem Marktplatz des Praxisnetzes. Das Angebot wird über die Stammdaten des Anbieters eindeutig dem Ersteller zugeordnet, der es eingestellt hat. Das Angebot beinhaltet eine Untergruppennummer aus dem gesetzlichen Hilfsmittelkatalog, was einem Angebot die maximale Pauschale zuordnet, die im gesetzlichen Katalog für medizinische Hilfsmittel festgesetzt wurde. Jedes Hilfsmittel ist damit eindeutig über seine ID identifizierbar, die einer Untergruppennummer zugeordnet ist. Ein Hilfsmittel ist damit über eine feste Produktkategorie implizit Teil eines Angebots auf dem elektronischen Marktplatz. Ein Angebot kann eingelöst werden, indem eine gültige Verordnung dem Angebot zugeordnet wird. Die Verordnung ist eine Abbildung des Papierformats, wobei die Entitäten für die Stammdaten von Patienten und Leistungserbringern mit denen in der elektronischen Überweisung identisch sind. Zusätzlich wird eine View für Steuerungsdaten bereitgestellt. Ein Zugang zu den Steuerungsdaten sollen dann über eine Schnittstelle für Kostenträger zugänglich gemacht werden, um die Vergütung sicherzustellen. In den Steuerungsdaten wird die Preisdifferenz zwischen den Angeboten und den gesetzlichen Pauschalen erfasst, um die Einsparungen zu kalkulieren.



Abbildung 53 – Datenmodell des Verordnungsmanagements

Quelle: Eigene Darstellung

#### 4.4.3 Telemonitoring

Herzinsuffizienz (HI) gehört zu den verbreitetsten chronischen Krankheiten in Deutschland. Bei der HI ist das Herz nicht mehr in der Lage, den Organismus mit ausreichend Blut und damit mit genügend Sauerstoff zu versorgen, um den Stoffwechsel unter Ruhe- wie unter Belastungsbedingungen zu gewährleisten. Bei chronischer HI kompensiert der Organismus dies durch schnelleren Herzschlag, Verengung der Blutgefäße, Verdickung des Herzmuskels oder Vermehrung des Blutvolumens (Krum/Abraham 2009). Dies kann die verminderte Pumpleistung des Herzens temporär ausgleichen. Wird die HI vom Organismus so kompensiert, zeigt dieser vorübergehend keine Symptome. Im dekompenzierten Stadium

kommt es zu Wasseransammlungen im Körper (Ödemen) und Luftnot (Dyspnoe) in Ruhe oder unter geringer Belastung (Krum/Abraham 2009). Die Leitlinien empfehlen daher die tägliche Kontrolle von Blutdruck, Herzfrequenz und Gewicht. Steigt bspw. das Gewicht innerhalb weniger Tage stark an, so deutet dies auf eine Wasseransammlung im Körper (Ödem) und damit eine Dekompensation hin, z.B. nach einem Herzinfarkt. Auch Hypotension, also niedriger systolischer Blutdruck, deutet auf eine Dekompensation hin. Erkennt man die Dekompensation frühzeitig, können Gegenmaßnahmen ergriffen werden, bevor es zu einer Hospitalisierung aufgrund von Dyspnoe (Luftnot), Wasserablagerungen in den Beinen (Beinödeme) oder kardialen Lungenödem (Wasser in der Lunge) kommt (Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin 2009).

#### 4.4.3.1 Motivation

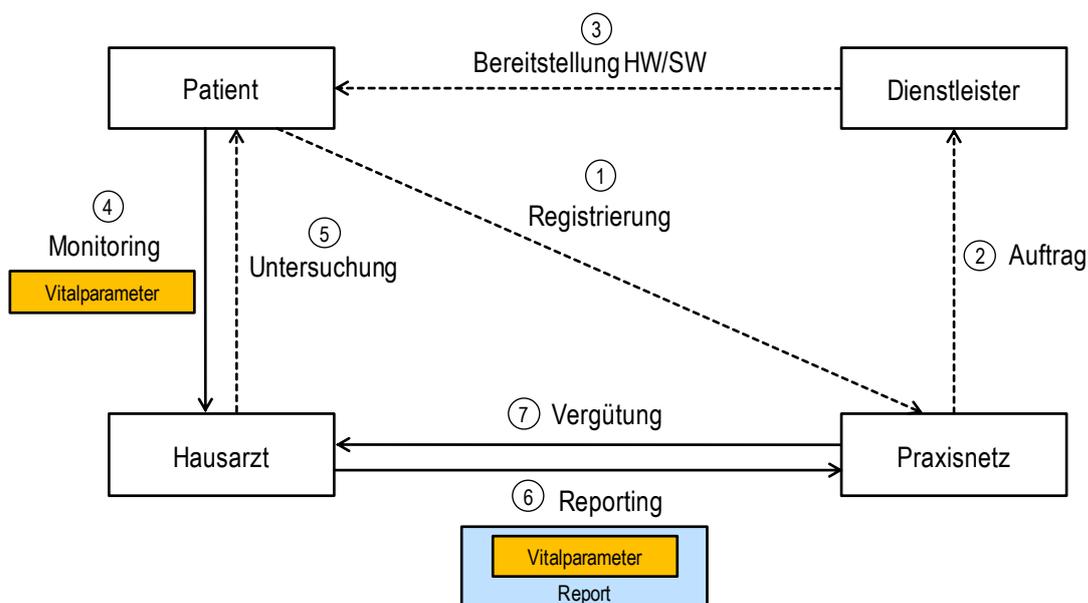
Im Jahr 2006 lebten in Deutschland 317.000 Personen mit der Diagnose chronischer HI. Die Behandlungskosten betragen im selben Jahr 2,9 Mrd. Euro, was etwa 1,1% aller nationalen Krankheitskosten ausmachte (Neumann et al. 2009). Die Hauptdiagnose verursachte darüber hinaus die meisten stationären Krankenhausaufenthalte aller Krankheitsbilder in Deutschland. 60% aller Kosten der Herzinsuffizienz fielen in der stationären Behandlung an<sup>29</sup>. 2008 wurden 48.918 Todesfälle, was ca. 5,8% aller gestorbenen Personen in Deutschland ausmachte, mit der Diagnose chronischer HI dokumentiert (Neumann et al. 2009). Der jährliche Kostenvorteil von Telemonitoring wurde mit 2.900 Euro pro Patient angegeben, welcher Einsparungen von über 1,3 Mrd. Euro bedeuten würde (Helms/Pelleter/Ronneberger 2007). Dabei wurden die Folgekosten von Arbeitsunfähigkeit noch nicht einkalkuliert. Die Verbesserung der Behandlung ist oft formuliertes politisches Ziel, genau wie die Stärkung des Wettbewerbs im Gesundheitswesen (Lisac et al. 2010). Dazu sollte es möglich sein, einen Teil der Einsparungen, die mit Telemonitoring zu erzielen sind, als Erlös zu generieren, wenn man eine funktionsfähige Lösung zur Prävention anbietet. Eine MWA zur Unterstützung von Telemonitoring soll eine innovative, vollautomatisierte Anwendung zur Überwachung der chronischen HI bereitstellen (Dünnebeil et al. 2012a). Die monetären Präventionserfolge werden Leistungserbringern und Patienten auf Basis eines Integrierten Versorgungsvertrages des §140a SGB5 nach einem adäquaten Mechanismus vergütet. Für chronische Krankheiten, wie die chronische HI, existieren nationale medizinische Leitlinien (Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin 2009). Diese stellen wissenschaftlich empfohlene Behandlungsabläufe in Form von Prozessen bereit, die auf einer gesicherten medizinischen Evidenzbasis beruhen. In diesem Rahmen wird ein Marktmodell (Weinhardt/Schnizler/Luckner 2003) entworfen, das die Durchführung der Prävention im Rahmen der Leitlinie motiviert und vergütet. Der vorgegebene Präventionsprozess soll als medizinische Anforderungen implementiert werden. Die weiteren Abhandlungen setzen voraus, dass der Nutzen einer solchen Anwendung der von bestehenden Studien entspricht, die technische Lösung, die beschrieben werden, lauffähig sind und es konsensfähige evidenzbasierte Empfehlungen gibt, deren Einhaltung Ziel der nationalen Gesundheitsbehörden ist (Dünnebeil/Leimeister/Krcmar 2012b).

---

<sup>29</sup> Die Kosten für stationäre Behandlungen der HI wurden in Kapitel 4.3.4.3 dargestellt.

## 4.4.3.2 Referenzprozess

Um die Überwachung von Vitaldaten auf digitalem Wege bewerkstelligen zu können, müssen Patienten die technische Infrastruktur erhalten, um die tägliche Messung von Vitalparametern bewerkstelligen zu können. Zu diesem Zweck können sie sich beim Praxisnetz registrieren, wenn ein Integrierter Versorgungsvertrag mit der Krankenkasse des Patienten besteht (1). Das Praxisnetz gibt dann den Auftrag für die Ausstattung der Heimumgebung des Patienten an einen Dienstleister (2), der den Patienten entsprechend mit der notwendigen Soft- und Hardwareinfrastruktur ausstattet (3). Danach kann der Patient mit der Erhebung und Übermittlung der entsprechenden Daten beginnen (4). Nach der Empfehlung der Arbeitsgruppe Herzinsuffizienz der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie<sup>30</sup> sollten Patienten auf täglicher Basis ihr Gewicht, ihren systolischen und diastolischen Blutdruck sowie ihre Herzfrequenz erheben und regelmäßig mit ihrem Arzt besprechen, wenn es keine auffälligen Veränderungen gibt. Die Anzahl der angestrebten Messungen und deren Übertragung müssen im Integrierten Versorgungsvertrag festgelegt werden und sollten medizinischen Leitlinien folgen. Erfolgt die Übermittlung in kleinen Zeiträumen, können Ärzte die Veränderungen unabhängig vom Patienten beobachten und die Notwendigkeit einer Untersuchung (5) ohne die Einschätzung der Patienten beurteilen.



**Abbildung 54 – Referenzprozess zum Telemonitoring**

Quelle: Eigene Darstellung

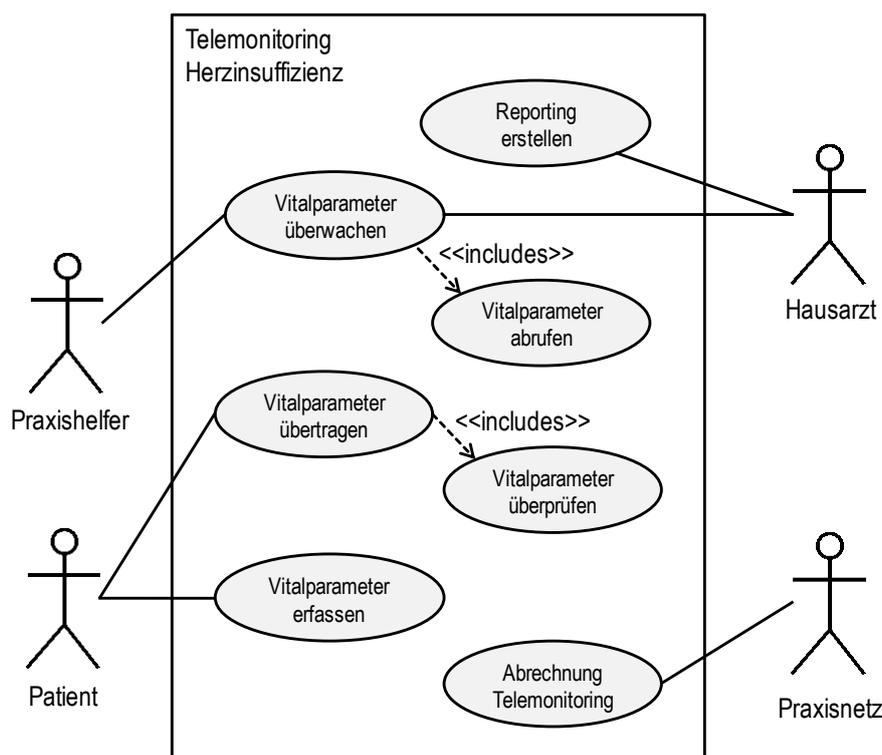
Am Ende einer Abrechnungsperiode soll der Arzt eine Möglichkeit erhalten einen Bericht mit Steuerungsdaten an das Praxisnetz zu senden (6). Der Bericht muss automatisch aus den Messdaten generiert werden und darf keine Patientendaten erhalten, um die Einhaltung der ärztlichen Schweigepflicht zu gewährleisten. Der Bericht beinhaltet aggregierte Kennzahlen,

<sup>30</sup> Der empfohlene Erhebungsbogen kann für die manuelle Dokumentation aus dem Internet bezogen werden: [http://www.heartfailurematters.org/DE/Documents/HFM\\_uberwachung\\_der\\_herzinsuffizienz.pdf](http://www.heartfailurematters.org/DE/Documents/HFM_uberwachung_der_herzinsuffizienz.pdf)

die eine Leistungsbilanz der Bemühungen zur Prävention durch Telemonitoring widerspiegeln. So sollen die durch chronische HI bedingten Krankenhauseinweisungen, die Summe der ambulanten Behandlungen der Patienten, die Krankengeldtage wiedergegeben und die durchschnittliche Compliance der Patienten erfasst werden. Die Vergütung der Prozessteilnehmer (7) orientiert sich an den Leistungsdaten, die für die jeweilige Abrechnungsperiode übertragen wurden.

#### 4.4.3.3 Anwendungsfälle

Die Anwendung richtet sich an die primären Ansprechpartner beim Monitoring, die laut der medizinischen Empfehlung Hausärzte sind (Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin 2009). In Deutschland praktizierten Ende 2008 ca. 58.100 Hausärzte. Bei 317.000 Patienten betreut ein Hausarzt damit im Durchschnitt etwas weniger als 5,5 Patienten mit chronischer HI (KBV 2010). In der Anwendung kooperieren Hausarzt und Patient, um eine effektive und effiziente Überwachung der relevanten Vitalparameter zu ermöglichen. Die zusätzliche Arbeitsbelastung des Arztes muss so niedrig wie möglich gehalten werden.



**Abbildung 55 – Anwendungsfalldiagramm für Telemonitoring**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Um die Compliance, also die Regelmäßigkeit von Messung und Übermittlung der Daten, des Patienten hoch zu halten, soll die Messung möglichst einfach und kurz sein. Der Arzt soll nur informiert werden, wenn sich der Gesundheitszustand des Patienten verschlechtert. Ferner müssen für eine regelmäßige Konsultation zwischen Arzt und Patient die Werte in einer Kurve dargestellt werden, um die langfristige Entwicklung zu überwachen. Werden Werte

nicht übermittelt, so wird der Patient an die Übermittlung erinnert. Bei längerer Nichtübermittlung soll der Hausarzt benachrichtigt werden. Der kooperative Anwendungsfall umfasst die Aktivitäten des Patienten, des Hausarztes und der Abrechnung (Tabelle 19).

**Tabelle 19 – Kooperativer Anwendungsfall - Telemonitoring**

Quelle: Eigene Darstellung

Kennung	Beschreibung
Anwendungsfallname Akteure	<b>Vitalparameterüberwachung</b> Patient, Hausarzt, Praxishelfer
Ereignisfluss	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der Patient überprüft Blutdruck, Herzfrequenz und Gewicht einmal täglich.</li> <li>2. <i>Die Messgeräte überspielen die Daten automatisiert auf eine MWA auf dem Heimcomputer des Patienten.</i></li> <li>3. Der Patient überprüft die erhobenen Daten in der MWA seines Heimcomputers und wählt seinen Hausarzt als Absender aus.</li> <li>4. <i>Die MWA des Patienten verschlüsselt die Vitalparameter des Patienten mit dem Zertifikat des Hausarztes und überspielt sie auf den Telemonitoring MWD des Praxisnetzes.</i></li> <li>5. Der Hausarzt ruft die Vitaldaten seiner Patienten täglich vom Telemonitoring MWD des Praxisnetzes ab und entschlüsselt die Daten.</li> <li>6. <i>Die MWA des Hausarztes stellt die Daten in einer Übersicht dar und hebt problematische Werte und Patienten mit niedriger Compliance durch eine farbliche Kodierung hervor.</i></li> <li>7. Der Hausarzt ruft die Detailansicht der Patienten mit Problemen in seiner MWA auf.</li> <li>8. <i>Die MWA stellt die Vitalparameter in detaillierter Form als Kurve dar, wobei die letzten 10 Messungen mit Datum dargestellt werden.</i></li> <li>9. Der Hausarzt konsultiert Patienten mit Verdacht auf eine Dekompensation nach eigenem Ermessen und vereinbart bei Bedarf einen Termin für eine persönliche Konsultation.</li> </ol>
Anfangsbedingung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Hausarzt und der Facharzt verfügen über einen Konnektor, einen Kartenleser und einen Heilberufsausweis und eine entsprechende MWA.</li> <li>• Der Patient verfügt über eine eGK und das Zertifikat seines Hausarztes.</li> <li>• Der Patient verfügt über Messgeräte zur Erfassung von Gewicht, Blutdruck, Herzfrequenz und eine MWA zur Verarbeitung dieser Daten.</li> </ul>
Abschlussbedingung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dem Hausarzt steht eine Übersicht und Detailansicht der Vitalparameter zur Verfügung, die seine Patienten auf dem Telemonitoring Server des Praxisnetzes zur Verfügung gestellt haben.</li> </ul>

#### 4.4.3.4 Geschäftsmodell - Telemonitoring

Die Vergütung der Aktivitäten richtet sich nach den Ersparnissen, die durch den Einsatz von Telemonitoring erzielt werden konnten. Um die Ersparnisse in der jeweiligen Periode beziffern zu können, müssen die Kosten in der aktuellen Verrechnungsperiode ( $Kosten_{tn}$ ) von denen abgezogen werden, die vor der Einführung der MWA zum Telemonitoring angefallen sind ( $Kosten_{t0}$ ). Um Kostensteigerungen zu berücksichtigen, die z.B. im Zuge des demographischen Wandels anfallen, muss die Periode um einen Anpassungsfaktor erweitert werden, der die generelle Kostenentwicklung im Gesundheitswesen widerspiegelt. So stiegen die Ausgaben der gesetzlichen Krankenkassen zwischen dem ersten Quartal 2010 und dem ersten Quartal 2011 um 2,5% (BMG 2011a), was zu einem jährlichen Anpassungsfaktor von 0,025 führt. Die Ersparnisse berechnen sich demnach wie folgt<sup>31</sup>:

$$Ersparnisse_{tn} = (Kosten\ CHI_{t0} \cdot (1 + n \cdot Anpassungsfaktor)) - Kosten\ CHI_{tn}$$

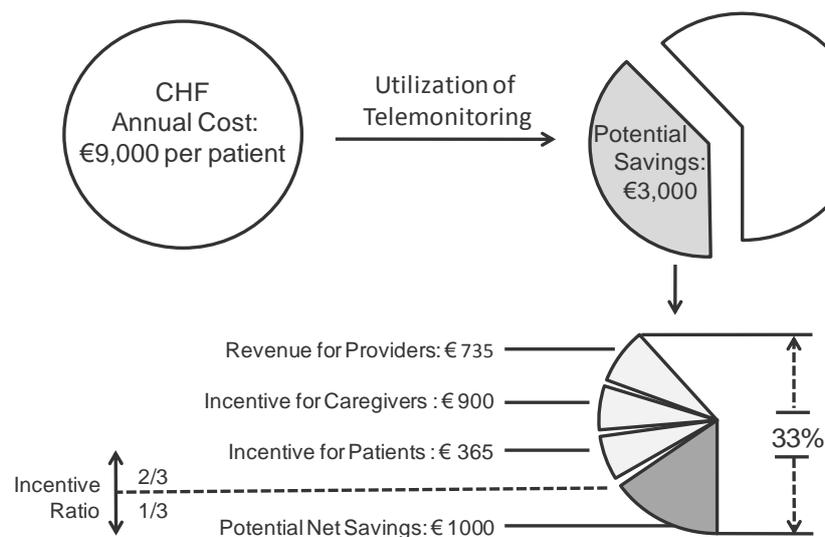
Die Kosten der chronischen HI entstehen laut (Neumann et al. 2009) primär im Zuge von Krankenhausaufenthalten, die im Zusammenhang mit der stationären Behandlung von Dekompensationen notwendig werden. Ferner können ambulante Behandlungen, die ebenfalls in Verbindung mit einer Dekompensation entstehen, als Folgekosten angesehen werden. Dafür müssen die EBM-Punkte, die eindeutig der Diagnose chronischen HI zugeordnet werden können, in die Gesamtkostenrechnung integriert werden. Kosten, die im Zuge der Prävention oder der frühzeitigen Behandlung zusammenhängen, können so langfristig denen zur Behandlung der akuten Krankheitssymptome gegenübergestellt werden.

$$KostenCHI_{tn} = \sum Fallpauschalen_{tn} + \sum EBM_{tn}$$

Auch Kosten für Medikamente, die in Folgen einer Dekompensation verordnet werden, gehören zu den Gesamtkosten der Behandlung der chronischen HI. Ebenso Krankengeldfälle, die von der Krankenkasse in Folge einer Dekompensation gezahlt werden, müssen in die Gesamtkosten integriert werden. Krankengeld wird nach SGB5 §48 in der Regel für Arbeitsunfähigkeit gezahlt, die länger als sechs Wochen andauert. Innerhalb der ersten sechs Wochen fallen Kosten für den Arbeitgeber an, da diese zur Lohnfortzahlung in diesem Zeitraum verpflichtet sind. Da sich die Kosten für den Arbeitgeber nicht genau beziffern lassen und sie nicht dem solidarischen Gesundheitssystem zur Last fallen, werden sich aus der Gesamtkostenrechnung heraus gehalten. Im Zuge der vorliegenden Anforderungsanalyse sollten, der Einfachheit halber, nur die Krankenhauseinweisungen mit der Hauptdiagnose chronischer HI (ICD: I11.0) aufgenommen werden und die Summe der jährlichen ambulanten Behandlungsleistungen der Patienten, die am Programm zum Telemonitoring teilnehmen.

<sup>31</sup> Es wurde in diesem Fall von einer Linearen Kostensteigerung im Gesundheitswesen von 2,5% ausgegangen. Es können auch die empirischen Daten als Anpassungsfaktoren verwendet werden.

Um die erzielten Einsparungen unter den Prozessteilnehmern aufzuteilen, muss ausgehandelt werden, welchen Anteil die jeweiligen Prozessteilnehmer an den Einsparungen erhalten. Die Angaben aus den klinischen Studien zu Telemonitoring legen nahe, dass durch die Überwachung von Vitalparametern eine Einsparung von 3.000 Euro pro Jahr erreicht werden können, was ca. 33% der gesamten Behandlungskosten entspricht. Primär muss der Kostenträger, die Krankenkasse die den integrierten Versorgungsvertrag finanziert, einen Anteil festlegen, mit dem er an potentiell zu erzielenden Einsparungen partizipieren möchte. Im Fall der vorliegenden MWA wird eine Einsparungsbeteiligung (Incentive Ration) von 1/3 zu Grunde gelegt. Erreicht die MWA die Qualität, die in den klinischen Studien zu Grunde ermittelt wurde, läge die Ersparnis für den Kostenträger im ersten Jahr bei durchschnittlich 1000 Euro pro Patient, der in das Programm eingeschrieben ist. Die Übrigen 2/3 der Einsparungen sollen an die Prozessteilnehmer ausgeschüttet werden. Für die Hausärzte ist eine Beteiligung von 30% an den Gesamtersparnissen vorgesehen, für die Patienten 12% und für den Softwareanbieter der MWA 24,5%. Um chronisch Kranken keinen Kostenvorteil gegenüber gesunden Patienten einzuräumen sollen die potentiellen Ersparnisse mit der Bereitstellung der MWA und der Sensoren auf Seite der Patienten verrechnet werden. Abbildung 56 zeigt eine Verteilung der Ersparnisse, die in (Helms/Pelleter/Ronneberger 2007) ermittelt wurden, nach dem Verteilungsschlüssel aus der Anforderungsanalyse.



**Abbildung 56 – Studienbasiertes Verteilungsmodell**

Quelle: Dünnebeil (2012b)

Für die Periode  $t_0$  soll sich das Vergütungsmodell an den klinischen Studien orientieren, die zu den medizinischen Aktivitäten der MWA vorliegen. So soll eine Vorfinanzierung der Aktivitäten und der technischen Infrastruktur erreicht werden und eine verlässliche Kalkulationsbasis für Leistungserbringer und Dienstleister entstehen. Für die folgenden Perioden kann die Vergütung an die tatsächlich erreichten Ersparnisse angepasst werden. Die allgemeine Formel für die Vergütung der Prozessteilnehmer soll dabei in die Anwendung für das Praxisnetz integriert werden. Jeder Leistungserbringer erhält als Vergütung die Summe der Einsparungen bei seinen Patienten, wobei sich die Summanden aus dem Produkt von

Einsparungen pro Patient in  $t_n$  und dem Anteil des Leistungserbringers und einem Compliance-Faktor zusammensetzen. Letzterer erhöht sich, wenn Patienten Datensätze regelmäßig an den Arzt überspielen und der diese auswertet. Der Compliance-Faktor soll Ärzte dazu animieren, ihren Patienten eine regelmäßige Teilnahme am Telemonitoring nahzulegen. Für den Fall, dass die Compliance  $> 80\%$  Prozent erreicht wird, soll der Faktor 1 sein (Formel 1). Eine Kalkulationsperiode beträgt ein Jahr, die Vergütung der Ärzte soll quartalsweise vorgenommen werden, wie es auch in der regulären Kassenvergütung geschieht. Allgemein soll die Vergütung für die Periode  $t_n$  nach folgender Formel berechnet werden:

$$\sum_{i=1}^n \frac{\text{gain sharing } i \times \text{compliancefactor } i \times \text{saving}}{\text{payment division } i} = \sum_{i=1}^3 \frac{0,3 \times 3000 \times \text{compliance } i}{4}$$

**Formel 1 – Vergütung der Ärzte in Periode  $t_n$**

*Quelle: (Dünnebeil et al. 2012a)*

Legt man die Versichertenzahlen der zwei großen Krankenkassen in der Region zu Grunde, die an dem Programm teilnehmen möchten, so betreut jeder Hausarzt im Durchschnitt drei Patienten. Es ergibt sich pro Hausarzt und Quartal ein Potential von maximal 2700 Euro für die Periode  $t_1$ , wenn er drei Patienten mit chronischer HI und hoher Compliance betreut. Die Patientenvergütung kann bspw. für die monatsbasierte Miete und den Support der Hardware eingesetzt werden, die der Dienstleister erhält, der die medizinischen Geräte bereitstellt. Bei voller Compliance soll die Miete sich vollständig aus den Ausschüttungen begleichen, so dass sich eine Patientenzuzahlung nur in Folge einer niedrigen Compliance ergibt. Nach der Formel für die Patientenvergütung kann bei voller Compliance ein monatliches Aufkommen von ca. 30 Euro erzielt werden, das dann für die Miete und die Wartung der Hardware bereitsteht.

$$\frac{\text{gain sharing} \times \text{compliancefactor} \times \text{saving}}{\text{payment division}} = \frac{0,12 \times 3000 \times \text{compliancefactor}}{12}$$

**Formel 2 – Vergütung der Patienten in Periode  $t_n$**

*Quelle: (Dünnebeil et al. 2012a)*

Ein Teil der Leistungsdaten, die von den Ärzten an das Praxisnetz übermittelt werden, fließt direkt in die Vergütung ein (Compliance), andere Daten werden implizit berücksichtigt, etwa indem sich der Rückgang von Krankenhauseinweisungen positiv auf die Ersparnisse auswirkt, die an die Leistungserbringer ausgeschüttet werden.

#### 4.4.3.5 Anforderungskatalog

Tabelle 20 fasst alle funktionalen Anforderungen in einem Katalog zusammen, die sich an einer MWA zum Telemonitoring stellen.

**Tabelle 20 – Funktionale Anforderungen an die MWA zum Telemonitoring***Quelle: Eigene Darstellung*

Bez.	Inhalt
FA3-1	Patienten erhalten die Möglichkeit, ihre Vitalparameter (Gewicht, Blutdruck und Herzfrequenz) mit einem medizinischen Gerät zu erfassen.
FA3-2	Die Daten müssen in einer Patientenapplikation übersichtlich angezeigt werden.
FA3-3	Die Patientenapplikation solle eine automatisierte Option bietet, die Übertragung der Vitalparameter an einen festgelegten Arzt vorzunehmen.
FA3-4	Die Daten werden über einen zentralen Dienst des Praxisnetzes an den zuständigen Hausarzt weitergeleitet, die Übertragung muss verschlüsselt erfolgen.
FA3-4	Die Vitalparameter sollen für den Arzt automatisiert abrufbar sein, wenn Patienten einen Datensatz bereitgestellt haben.
FA3-5	Die Vitalparameter aller Patienten sollen in einer Übersicht für den Arzt aufbereitet werden, um einen Überblick über den Gesundheitszustand aller Patienten zu geben.
FA3-6	Werte, die außerhalb der Norm liegen oder lange nicht aktualisiert wurden, müssen in der Übersicht farblich hervorgehoben werden.
FA3-7	Es soll eine Detailansicht für jeden Patienten angeboten werden, in der die letzten 10 Werte mit Bereitstellungsdatum einsehbar sind und in Form einer farblich kodierten Kurve illustriert werden.
FA3-8	Der Arzt muss eine Möglichkeit erhalten am Ende der Abrechnungsperiode eine Übersicht mit Kennzahlen seiner Patienten an das Praxisnetz zu senden.
FA3-9	Das Praxisnetz muss die Möglichkeit erhalten, nachzuweisen, welche Folgekosten CHI in der jeweiligen Abrechnungsperiode verursacht hat.
FA3-10	Die Einsparungen, die im Zuge der MWA für Telemonitoring erzielt werden können sollen zu 1/3 den Kostenträgern zu Gute kommen und zu 2/3 an das Praxisnetz ausgeschüttet werden. Das System muss die Einsparungen adäquat belegen können.
FA3-11	Das System muss eine Berechnung der Ausschüttung an die Prozessteilnehmer unterstützen und dazu den internen Verteilungsschlüssel aus dem IV-Vertrag berücksichtigen.

#### 4.4.3.6 Datenmodell

Die Stakeholder der Anwendung sind Patienten, Hausärzte, Praxisnetze und die Krankenkassen. Jeder Stakeholder besitzt ein eigenes Datenmodell, die Daten werden in Anlehnung an den Prozess aus Abbildung 54 nach dem Informationslogistischen Prinzip (Augustin 1990) und den gesetzlichen Grundlagen so synchronisiert, dass jeder Stakeholder die Daten erhält, die er zur Wahrung seiner Aufgabe benötigt. Abbildung 57 illustriert, welche Daten bei den jeweiligen Stakeholdern erhoben werden, wie diese aufbereitet und an den Kommunikationspartner weitergeleitet werden. Um zu vermeiden, dass die Praxisnetze und Krankenversicherungen einen detaillierten Einblick in die Krankengeschichte von Patienten erhalten, bekommen sie nur aggregierte Patientendaten, die keinen Rückschluss auf die Person zulassen. Ferner werden die Daten im Kontext der jeweiligen Funktion aufbereitet.

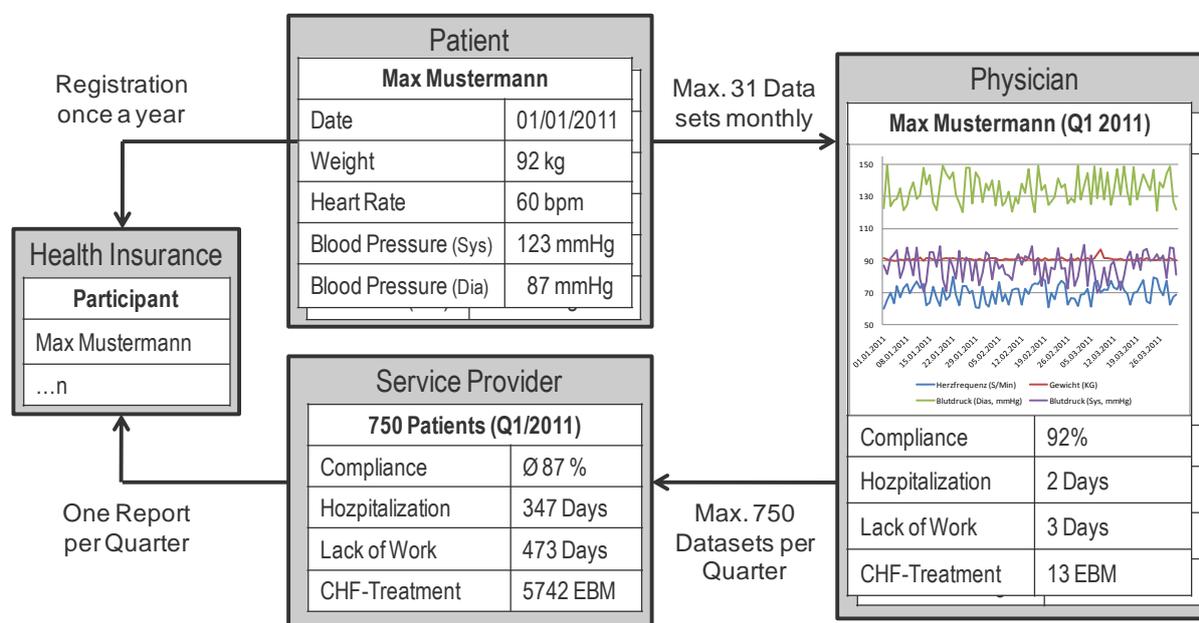


Abbildung 57 – Transaktionsobjekte von Telemonitoring von Chronischer HI

Quelle:(Dünnebeil et al. 2012a)

## 4.5 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden übergreifende und funktionale Anforderungen für drei MWA formuliert, die im Zuge der Dissertation in eine Referenzarchitektur und später in Softwareartefakte überführt werden. Die übergreifenden Anforderungen beschreiben Charakteristika von MWA, die für alle Anwendungsfälle umgesetzt werden müssen. Es wurden ferner funktionale Anforderungen für drei MWA erhoben, die im Praxisnetz GO IN eingesetzt werden sollen. Dabei stellt die MWA zum elektronischen Überweisungs- und Terminmanagement eine Prozessverbesserung der gegenwärtigen Abläufe dar. Sie soll durch IT-gestützte Kooperation den Prozessablauf beschleunigen und die Behandlungsqualität durch bessere Datenverfügbarkeit optimieren. Durch das elektronische Management der

Hilfsmittelverordnung wurde ein Anwendungsszenario dargestellt, das einen etablierten Prozess durch einen digitalen Prozess ersetzen soll, wodurch ein Geschäftsmodell für Ärztenetze entsteht, das durch die Erzielung von Skaleneffekten zusätzliche Erlöse generieren kann. Ein komplett neuer Prozess wird durch das Telemonitoring von Patienten mit chronischer HI beschrieben. Hier wird durch eine Anwendung zur Fernüberwachung von Vitalparametern eine Einsparung von Behandlungskosten durch Prävention angestrebt. Die eingesparten Kosten sollen operationalisiert und gemessen werden, um sie im Rahmen eines Integrierten Versorgungsvertrages partiell an die Leistungserbringer auszuschütten.

Durch die Reflexion der ersten Forschungsfrage werden die Ergebnisse des vierten Kapitels zusammengefasst:

*FF1: Welche Anforderungen ergeben sich an den Einsatz telematikbasierter Mehrwertanwendungen im Umfeld eines deutschen Praxisnetzes?*

Die Anforderungen adressieren die in Kapitel 2 und in Kapitel 3 identifizierten Probleme und bilden einen Lösungsrahmen, der in MWA umzusetzen ist. Um redundante Datenerfassung zu vermeiden (Problem 1), sollen die Bestandssysteme der Leistungserbringer in MWA eingebunden werden. Durch eine prozessbasierte Synchronisation der Informationen sollen Asymmetrien in den Datenbeständen der teilnehmenden Leistungserbringer vermieden werden (Problem 2). Die stringente Verwendung von Sicherheitsmechanismen der Gesundheitstelematik adressiert die gegenwärtigen Sicherheitslücken in der Informationsverarbeitung (Problem 3). Durch Verwendung von MWA wird die Entkopplung der Anwendungsentwicklung von den verwendeten Standardsystemen erreicht (Problem 6), die Integration der heterogenen Systemlandschaft wird so über MWA konsolidiert (Problem 4). Die Funktionen der TI können so auch für innovative Softwarelösungen verwendet werden, die Beschränkung auf die Anbieter von Primärsystemen und ihre Produktlebenszyklen (Problem 7) entfällt. MWA setzen auf eine Integration verteilter Anwendungen, um den Vorbehalten gegenüber der persistenten, zentralen Verarbeitung von Patientendaten (Problem 10) zu begegnen. Die aufgezeigten Geschäftsmodelle bieten den Anreiz für die Nutzung der MWA, statt eine Flucht in Alternativtechnologien zuzulassen (Problem 5). MWA werden auf bekannte Prozesse aufgebaut, die keine zusätzlichen Prozesse oder Arbeitsschritte schaffen, um der Angst vor Überforderung vorzubeugen (Problem 8). Durch die Schaffung regionaler Steuerungs-, Vergütungs- und Qualitätssicherungsmaßnahmen sollen strukturierte Behandlungen unterstützt werden, um den Tendenzen intuitionsgebundenen Behandlungen entgegenzuwirken (Problem 9).

Für drei fundierte Prozesse, die durch die MWA abgebildet werden sollen, wurden jeweils Referenzprozesse, Anforderungskataloge, Geschäfts- und Datenmodelle beschrieben, die im späteren Verlauf der Dissertation implementiert werden. Die Basis für die zu implementierenden Anwendungen soll eine Software-Architektur bilden, die sich aus den Anforderungen der Ärzte, den Problemen der Informationsverarbeitung im Gesundheitswesen, den gesetzlichen Rahmenbedingungen und der wissenschaftlichen Literatur ableitet. Im folgenden Kapitel wird diese Architektur auf abstrakter Ebene beschrieben.

## 5 Architektur für Mehrwertanwendungen

„Haec autem ita fieri debent, ut habeatur ratio firmitatis, utilitatis, venustatis (Vitruvius, 1Jh v. Chr.)“.

Der Begriff der Architektur stammt ursprünglich aus Entwurf, Konstruktion und Errichtung von Gebäuden, wo im Laufe der Jahrhunderte weitreichende Konzepte entstanden sind (Danvers 2010). Schon im ersten Jahrhundert vor Christus definierte Vitruvius Festigkeit, Nützlichkeit und Schönheit als die Grundlegenden Aufgaben einer Architektur. Architektur kann nach (Armour/Kaisler/Liu 1999) auf eine Auswahl an Komponenten und deren Verbindungen generalisiert werden.

### 5.1 Software Architekturen

Durch die zunehmende Größe und Komplexität von Softwaresystemen, stellen traditionelle Aspekte der Informatik, wie die Entwicklung von Algorithmen und Datenstrukturen, keine hinreichenden Lösungen für die Designprobleme von Software mehr dar (Garlan/Shaw 1994). Es müssen Gesichtspunkte wie globale und organisationale Kontrollstrukturen, Kommunikations- und Zugangsprotokolle, Funktionseinheiten und deren Komposition oder die physikalische Verteilung der Hardwarekomponenten berücksichtigt werden (Garlan/Shaw 1994). Jene Entscheidungen müssen auf der Architekturebene von Software getroffen werden. Software-Architekturen beschreiben nach (Perry/Wolf 1992) die Auswahl an Softwarekomponenten, deren Interaktionen und Datenstrukturen, die sich aus den Anforderungen ableiten und die Basis für den Softwareentwurf bilden. Eine Komponente in der Softwarearchitektur ist nach (Szyperski/Gruntz/Murer 2002) eine Kompositionseinheit, die wohldefinierte Schnittstellen und explizite Zusammenhänge besitzt, und unabhängig von anderen eingesetzt oder kombiniert werden kann.

A **component** is an abstract unit of software instructions and internal state that provides a transformation of data via its interface. (Fielding 2000,9)

Nach (Dern 2009) ist eine IS-Architektur die strukturierende Abstraktion existierender oder geplanter IS, die Abstraktion dient dabei der besseren Übersichtlichkeit und lenkt den Fokus auf wichtige Grundsatzentscheidungen im Softwareentwurf. Unnötige Details werden dabei ausgeblendet (Shaw 1990). Da ein komplexes System viele Abstraktionsebenen mit jeweils eigener Architektur enthält (Fielding 2000), sollte die Architektur auf einer Abstraktionsebene beschrieben werden, die sich an den Schnittstellen orientiert, die die Komponenten anderen Nutzern anbieten möchten (Bass/Clements/Kazman 2003). Im Folgenden wird die Definition von (Fielding 2000) zu Grunde gelegt, die sich auf netzwerkbasierte Softwarearchitekturen fokussiert:

A **software architecture** is defined by a configuration of architectural elements - components, connectors, and data - constrained in their relationships in order to achieve a desired set of architectural properties (Fielding 2000).

Ziele von Software-Architekturen sind Dokumentation, Kommunikation, Wiederverwendung, Grundlage für den Systementwurf und Qualitätssicherung (Hasselbring 2000). Die vorliegende Architektur für verteilte MWA der TI soll Kompositionseinheiten, die in solchen Anwendungen bedeutend sind, identifizieren, abstrahieren und dokumentieren. Ferner sollen die Zusammenhänge zwischen den Komponenten dargestellt werden und die Datenmodelle erläutert werden. So können verteilte medizinische Softwaresysteme zukünftig in Anlehnung an eine etablierte Architektur entworfen werden, wie es von (Shaw/Garlan 1996) empfohlen wird. Die einzelnen Komponenten können damit stringent modelliert, implementiert und wiederverwendet werden. In vielen Anwendungsbereichen und Domänen haben sich Standardarchitekturen bereits etabliert, auf die beim Entwurf neuer Systeme zurückgegriffen werden kann. In vielen anderen Domänen existieren Kataloge mit Pattern und Best-Practices (Shaw/Clements 2006).

## 5.2 Architekturstile

An **architectural style** is a coordinated set of architectural constraints that restricts the roles/features of architectural elements and the allowed relationships among those elements within any architecture that conforms to that style (Fielding 2000).

Architekturstile, auch oft Architekturmuster genannt, bestimmen die Kommunikationsmuster und Einschränkungen zwischen den Komponenten der Architektur. Im Folgenden werden zwei Architekturstile eingeführt, die in der Referenzarchitektur für MWA der TI verwendet werden sollen. Es existieren hierarchische Architekturstile, etwa die Three-Tier Architektur, in der Präsentations-, Verarbeitungs- und Datenhaltungskomponenten voneinander getrennt werden oder monolithische Systeme, in denen alle Anfragen auf einer Zentraleinheit ausgeführt werden. Die Kombination verschiedener Architekturstile ist möglich. Ein Architekturstil kann auf vielen anderen Architekturstilen beruhen (Monroe/Garlan 1996). Um die Anforderungen in Funktionseinheiten zu gliedern, wird zunächst eine Schichtenarchitektur verwendet, die sich besonders eignet um heterogene Anforderungen nach logischen Gesichtspunkten zu strukturieren (Buschmann et al. 1996), was ein zentrales Anliegen dieser Dissertation ist. Die Schichten, die Komponenten der Schichtenarchitektur, bestehen wiederum aus Services, die dem SOA Paradigma folgen, was der Umsetzung von MWA in der SOA der TI ermöglichen soll.

### 5.2.1 Schichtenbasierter Architekturstil

Nach (Dijkstra 1971) kann sich ein wohlstrukturiertes Programm in Funktionsschichten aufgliedern. Jede Schicht der Architektur muss für sich verständlich sein und einer höheren Schicht zur Ausführung zur Verfügung stehen (Dijkstra 1968). Durch Schichtenarchitekturen können unstrukturierte Anforderungen in strukturierte Funktionseinheiten gegliedert werden, der sogenannte Mud-to-Structure Ansatz, wobei jede Schicht eine wohldefinierte Einheit beschreibt (Buschmann et al. 1996). Das erfolgreiche ISO/OSI-Referenzmodell (Zimmermann 1980) kann zum Vorbild genommen werden, um verschiedene Kommunikationsaufgaben bei der sicheren Kommunikation von verteilten Systemen im medizinischen Bereich abzubilden. Der Client-Server Style stellt eine Variante von Schichtenarchitekturen dar, da die niedrigeren Schichten jeweils der höher gelegenen Schicht einen Dienst anbieten, der dort genutzt wird (Fielding 2000). Die niedrigere Schicht ist demnach ein Server, dessen Dienst einem höher liegenden Client zur Verfügung steht. Das Architekturmuster findet sich auch in der TI wieder, es gibt die Service Consumer-Schicht, die dezentrale und die zentrale Telematik-Schicht sowie die Service Provider Schicht, die zusätzlich auf Schnittstellen der Legacy-Schicht zugreifen kann, um Systeme bei Krankenkassen oder Gesundheitsbehörden einzubinden (Vgl. Abbildung 19). Die externen Schnittstellen der jeweiligen Schichten werden in der TI konsequent als Web-Service umgesetzt, innerhalb einer Schicht werden weitere Web-Services für die Datentransformation angeboten, die innerhalb der Komponente erreicht werden soll (gematik 2009a).

### 5.2.2 Serviceorientierter Architekturstil

Die Implementierung eines serviceorientierten Architekturstils (SOA) kann generisch als ein nahtloser Zugang zu Softwarekomponenten und ihren Funktionen über das Internet verstanden werden, der von Servicekonsumenten oder Middleware-Komponenten genutzt wird (Krafzig/Banke/Slama 2004). Dabei werden die Funktionen einer Komponente in möglichst modulare Services geschnitten, die nach funktionalen oder organisatorischen Gesichtspunkten die Prozesse in der Ausübung von geschäftlichen Prozessen bestmöglich unterstützen sollen:

**SOA** can be defined as an architectural style promoting the concept of a business-aligned enterprise service as the fundamental unit of designing, building, and composing enterprise business solutions (Rosen et al. 2008).

Jeder Komponente wird dabei ein Port zugewiesen, der das Bereitstellen, Veröffentlichen und Finden der Services über einen Konnektor ermöglicht (Abbildung 58). Die Beschreibung des Dienstes wird der Komponente jeweils in Form einer Dienstbeschreibung angehängt. Eine Komponente beinhaltet damit verschiedene Services, die jeweils durch eine Service Description für die Nutzer beschrieben werden, während der Service jeweils verschiedene Discovery Services enthält, die das Auffinden der Dienste ermöglichen (Baresi et al. 2004). Der Vorteil dieses Architekturmusters liegt darin, dass es Dynamik zur Laufzeit zulässt. Die Architektur muss nicht mehr monolithisch definiert und umgesetzt werden, es ist vielmehr möglich, dass

durch die Definition neuer Prozesse eine andere Komposition der Services vorgenommen wird, die deren Unterstützung umsetzt (Tsai et al. 2006). Die Umsetzung einer SOA zur Laufzeit kann dabei in verschiedener Arten vorgenommen werden, z. B. über einen Enterprise Service Bus, der den Aufruf der Services koordiniert. Die Überwachung der Aufrufe kann durch ein Control Center koordiniert werden oder über einen Application Composition Manager erfolgen, der die Prozesse nach einer wohldefinierten Workflow Spezifikation umsetzt (Tsai et al. 2006). In der deutschen TI werden die Prozesse in einer Spezifikation bereitgestellt und die Aufrufe aus den Primärsystemen vorgenommen, die mit der Spezifikation konform gehen müssen. Für Fachdienste der TI existieren Prüfvorschriften für Primärsysteme, die die korrekte Umsetzung gewährleisten sollen. Ihre Implementierung wird entsprechend von der gematik überprüft und freigegeben (gematik 2008e).

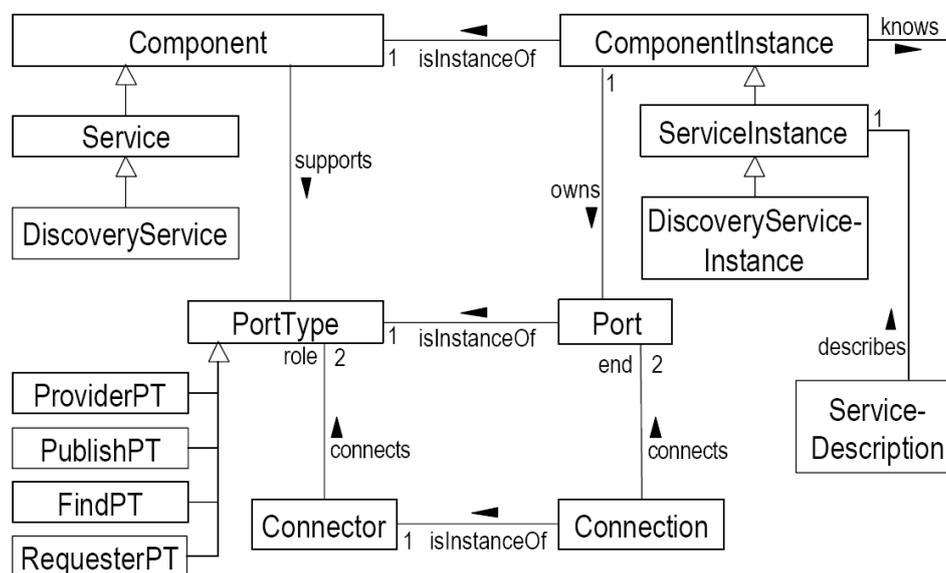


Abbildung 58 – SOA als Architekturmuster

Quelle: (Baresi et al. 2004)

Dieses Konzept ist für MWA der TI nur schwer umsetzbar, da eine Vielzahl von MWD in die Anwendungen eingebracht werden müssen. Es wird daher angestrebt, die korrekte Servicekomposition zur Laufzeit in der Architektur zu verankern, um eine Konformitätsprüfung zu vereinfachen.

### 5.3 Software Architekturen in der Medizininformatik

(Dinh/Chu 2006) nennen den Gesundheitssektor einen der komplexesten und informationsintensivsten Umgebungen für die Konzeption von Softwaresystemen. Als Gründe werden unter anderem die Komplexität der Prozesse, speziell von klinischen Pfaden, die große Anzahl an klinischen Datenformaten, z.B. für Diagnostik, Befunde, klinische Bildgebung, die Mehrdeutigkeit klinischer Dokumentationskonzepte, die hohe Variabilität medizinischer Akten oder die heterogenen Organisationsstrukturen in medizinischen Institutionen genannt. Bisherige Arbeiten strukturierten e-Health Architekturen primär nach den medizinischen relevanten Gesichtspunkten der Interoperabilität (Pedersen/Hasselbring

2004) und Integrationsfähigkeit (Tsiknakis/Katehakis/Orphanoudakis 2002; Schweiger et al. 2007), Sicherheit (Blobel 2004; Gritzalis/Lambrinouidakis 2004; Riedl/Grascher/Neubauer 2008), oder fachspezifischen Gesichtspunkten (Fayn et al. 2003). (Omar/Taleb-Bendiab 2006) konstruierten eine generische SOA für Health-Monitoring Systeme, die jedoch Sicherheitsgesichtspunkte außer Acht lässt und sich auf den Einsatz in Krankenhäusern fokussiert. Eine allgemeinere Architektur für Telematikdienste wurde in (Tsiknakis et al. 1997) nach technischen Gesichtspunkten in Schichten gruppiert. Im Zuge der Spezifikation der deutschen Gesundheitstelematik wurde eine SOA beschrieben (Fraunhofer Institut 2005), sie folgt einer Schichtenarchitektur aus Sicherheitsgesichtspunkten. Eine Architektur für ausgewählte Fachanwendungen der TI wurde zwar skizziert (Frießem/Kalmring/Reichelt 2005), jedoch nicht so abstrahiert, dass sie für heterogene MWA Verwendung finden könnte. Bei der Verwendung eines Service Ecosystems, speziell für verteilte Groupware, die, wie die TI XML-basierte Daten verarbeitet, hat sich die Form der Komposition bewährt (Marsic 2001). Wie Dienste, die meist atomare Funktionalitäten anbieten, in einer erweiterten SOA kombiniert werden können, wurde in (Papazoglou 2003) gezeigt. Die Nutzung von Diensten kann nach funktionalen Kriterien modularisiert werden, um eine strukturierte Anwendung zu modellieren (Arsanjani/Allam 2006).

Die größten architektonischen Herausforderungen liegen nach (Panetto/Molina 2008) für informations- und wissensbasierte Kooperation in den Punkten:

- Integration und Interoperabilität
- Verteilte Organisationen
- Modellbasierte Überwachung und Steuerung
- Heterogene Systemlandschaften
- Offene und dynamische Strukturen
- Kooperation
- Integration von Personen mit Soft- und Hardware
- Agilität, Skalierbarkeit und Fehlertoleranz.

Wie bereits herausgestellt wurde, soll – vornehmlich aus Gründen der niedrigen Akzeptanz für zentrale Datenhaltung – ein dezentraler bzw. prozessorientierter Ansatz gewählt werden. Der Ansatz orientiert sich an den nichtfunktionalen Anforderungen der TI, um Kompatibilität mit anderen Informationssystemen im Gesundheitswesen zu gewährleisten und einheitliche Technologie bereitzustellen. Die von (Panetto/Molina 2008) aufgezählten Trends gelten als Leitlinien für die vorgestellte Architektur, Privacy Engineering (Kaletsch/Sunyaev 2011) und Informationssicherheit bilden weitere Kernpunkte (Smith/Eloff 1999).

## 5.4 E-Health Referenzarchitektur

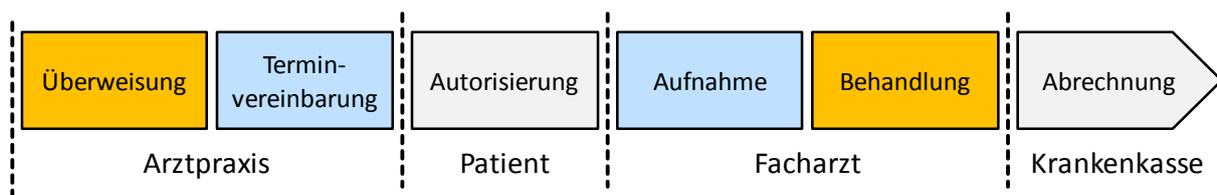
Ergänzend zu dem existierenden Katalog an Standardarchitekturen soll im Rahmen dieser Arbeit eine Referenzarchitektur für MWA der TI angestoßen werden. Referenzarchitekturen kombinieren nach (Vogel et al. 2009) allgemeines Architekturwissen mit spezifischen Anforderungen zu einer architektonischen Gesamtlösung für einen Bereich, die als Grundlage für die Konzeption konkreter Architekturen dient. Referenzmodelle, die vornehmlich in der Wirtschaftsinformatik Verwendung finden, versuchen das gesamte Informationsmodell eines Anwendungsbereiches als Referenz für Unternehmensmodelle herauszuarbeiten (Fettke und Loos 2002).

Die in diesem Beitrag beschriebene Referenzarchitektur wird - in Anlehnung an bestehende e-Health Architekturen - nach funktionalen Schichten aufgebaut (Dijkstra 1968), da sich ein solcher Ansatz in vielen Internetanwendungen bewährt hat (Urgaonkar et al. 2007). Die Architektur sollte jedoch nicht mit den Schichten der Netzwerkkommunikation verwechselt werden, da sich alle Schichten, ähnlich wie bei dem Kommunikationsprotokoll HL7, auf der Applikationsschicht des ISO/OSI-Modells befinden. Dennoch wird das äußerst erfolgreiche Referenzmodell zum Vorbild genommen, um verschiedene Kommunikationsaufgaben, die für sichere Kommunikation im medizinischen Bereich anfallen, zu strukturieren. Die Referenzarchitektur für MWA der TI gliedert die Applikationen daher nach funktionalen Schichten, die aus den erhobenen Anforderungen folgen. Die Konzeption der Referenzarchitektur folgt dabei dem Ansatz von (Perry/Wolf 1992), nachdem eine Architektur sich aus verschiedenen Komponenten zusammensetzt, deren Form sich aus logischen Grundprinzipien ableitet. Die Grundprinzipien werden in der Folge beschrieben und haben ihren Ursprung in den Anforderungen, die in Kapitel 4 erhoben wurden.

Zu jeder Komponente wird ein Konnektor zu höheren und darunter liegenden Schicht spezifiziert und die Datentransformation beschrieben, die sich innerhalb der jeweiligen Schicht abspielt. Da die Schichten Funktionseinheiten abbilden, die deutsche TI jedoch nach dem SOA Paradigma aufgebaut wurde, wird im folgenden Schritt ein Service Ecosystem beschrieben, das die Aufgaben der jeweiligen Schichten einem oder mehreren Services zuordnet. Die Schichten bilden demnach die Funktionen auf einer hohen Abstraktionsebene, die Dienste und ihre Kompositionen eine implementierungsnähere Sicht, die bestehende Dienste der TI nutzt.

## 5.5 Komponenten von Mehrwertanwendungen

Strukturiert man den Referenzprozess der MWA zum elektronischen Termin und Überweisungsmanagement aus Kapitel 4.4.1.2 in einem abstrakten Ablauf, so kann man die Funktionsbereiche schon in grobe Komponenten einteilen. Dabei stellt die Überweisung eine Kommunikation vom Hausarzt zum Facharzt dar, die vom Patienten autorisiert wird. Es entstehen drei grundlegende Komponenten: Die medizinische (orange), die nur von einem Arzt genutzt werden darf, die administrative (blau), die von medizinischem Hilfspersonal genutzt werden kann und Komponenten, die durch Patienten genutzt werden (grau).



**Abbildung 59 – Prozessschritte der Facharztüberweisung**

*Quelle: Eigene Darstellung*

In der Folge werden die verschiedenen Komponenten kurz dargestellt und ihre Funktionen dargelegt. Ferner können vor- und nachgelagerte Komponenten von Nöten sein, die der Abrechnung von Leistungen oder der Qualitätskontrolle dienen.

### 5.5.1 Mehrwertkomponente für Leistungserbringer

In Mehrwertkomponenten für Leistungserbringer (MWKL) werden Funktionen bereitgestellt, die nur durch autorisierte Leistungserbringer angeboten werden dürfen, wie die Ausstellung einer Facharztüberweisung oder einer Verordnung von Hilfsmitteln. Auch die Einlösung von Verordnungen darf nur durch einen autorisierten Pharmazeuten erfolgen, Überweisungen dürfen nur von solchen Fachärzten eingesehen werden, die dafür die Autorisierung erhalten haben. Ferner muss die ärztliche Schweigepflicht gewährleistet werden. Einsicht in die Daten darf grundsätzlich nur dem Ersteller der Daten gewährt werden oder solchen, die durch den Patienten dafür autorisiert wurden. Die Funktionen für Ärzte können in solchen Komponenten gebündelt werden.

### 5.5.2 Mehrwertkomponente zur Behandlungsunterstützung

Die Mehrwertkomponente zur Behandlungsunterstützung (MWKU) dient zur Unterstützung der Aktivitäten der Leistungserbringer, wie etwa die administrative Koordination eines Krankenhausaufenthalts, Facharzttermins oder einer Verordnungseinlösung. Helfer dürfen grundsätzlich keine Krankenhaus- bzw. Facharztbehandlungen oder Medikamente verordnen, können aber sehr wohl die nachgelagerten Koordinationsaufgaben wahrnehmen, um Ärzte zu entlasten. Dazu gehören die Zuordnung von Verordnungen zu einem bestimmten Angebot, die Koordination von Facharztterminen oder Transporten von Patienten zu dem entsprechenden Termin oder in ein Krankenhaus.

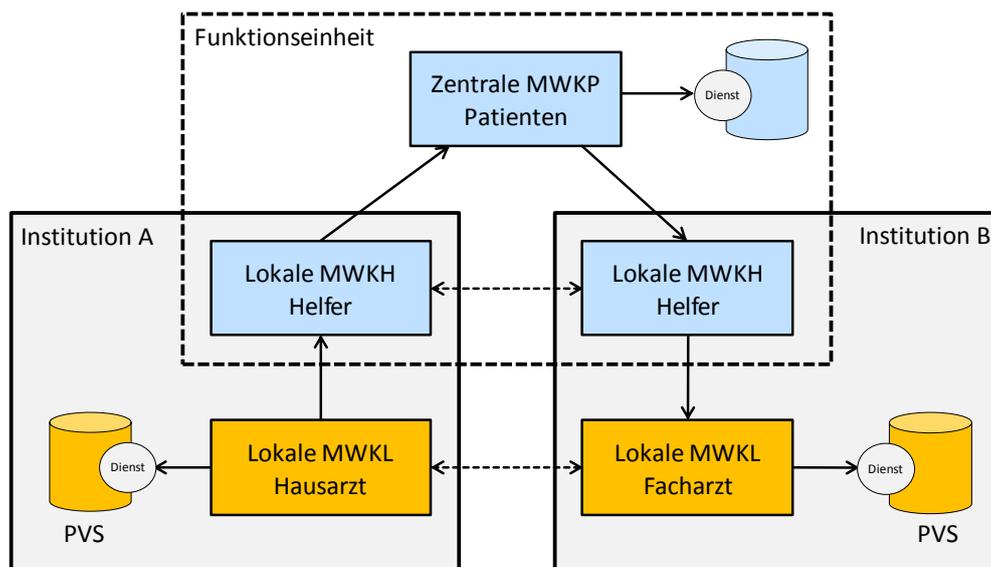
### 5.5.3 Mehrwertkomponente für Patienten

Die wichtigste Aufgabe in telematikbasierten Behandlungsprozessen, die von Patienten wahrgenommen werden sollen, ist die aktive Verwaltung, Autorisierung und Verteilung ihrer medizinischen Daten (Dünnebeil et al. 2010b). Hierzu müssen Funktionen für Patienten implementiert werden, die ihnen die Wahrnehmung dieser Aufgabe, möglichst orts- und zeitunabhängig, ermöglichen (gematik 2009a). Ferner können hier zusätzliche Aufgaben an Patienten delegiert werden, z.B. die Selbstanamnese, die zur Verbesserung der medizinischen Dokumentation des Arztes führen soll, oder die eigenständige onlinebasierte

Terminvereinbarung. Patienten sollten möglichst alle Aktivitäten, die jenseits der Autorisierung anfallen, und im Verantwortungsbereich von medizinischem Hilfspersonal liegen, eigenständig wahrnehmen können. Sie erhalten dann einen gleichberechtigten Zugang zur MWKU. Ob eine Terminvereinbarung bei einem Facharzt mit der Assistenz eines Praxishelfers oder durch einen Patienten selber organisiert wird, sollte vornehmlich von den Präferenzen der Patienten oder ihren kognitiven und intellektuellen Fähigkeiten abhängen. So wird die Aufgabe eine Hilfsmittelverordnung am Marktplatz eines Praxisnetzes einzulösen für junge Patienten keine Herausforderung darstellen, für einen Patienten höheren Alters ohne IT-Kenntnisse, sollte diese Aufgabe jedoch an einen Praxishelfer delegiert werden können.

#### 5.5.4 Kommunikationsbeziehungen der Mehrwertkomponenten

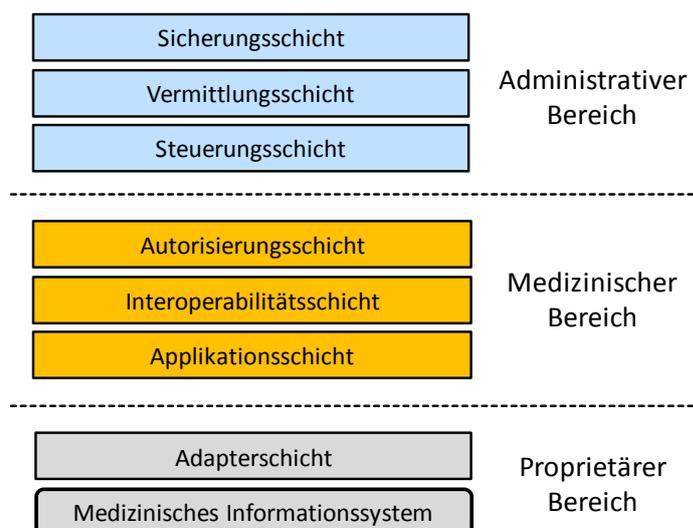
Verbindet man die Basiskomponenten durch Konnektoren, den abstrakten Verbindungselementen zwischen Komponenten, die deren Kooperation, Kommunikation und Koordination regeln (Fielding 2000), so erhält man die Basisstruktur aus Abbildung 60, die dem Kommunikationsmuster aus Abbildung 59 folgt. Um eine zentrale Speicherung von Patientendaten zu verhindern (Dünnebeil et al. 2010b), werden die Daten auf lokalen Systemen in den jeweiligen Institutionen gespeichert und über Komponenten der MWA zwischen den AIS synchronisiert (ÜA1). Die Synchronisation sollte möglichst auf der Basis etablierter Prozesse erfolgen (ÜA2). Im ersten Schritt der Architekturspezifikation wurden nach ÜA9 ferner die administrativen Aufgaben von den Medizinischen in zwei Mehrwertkomponenten getrennt (Rohner/Winter 2008). Die medizinischen Komponenten können mit den Systemen der Leistungserbringer verbunden werden, um die Synchronisation der Daten zu ermöglichen (ÜA4). Die administrative Vermittlung der Patientendaten wird in Anlehnung an §291a des SGB5 durch die Patienten organisiert (BRD 2004a).



**Abbildung 60 – Konnektoren bei der Interaktion von MWA**

Quelle: In Anlehnung an (Dünnebeil et al. 2011c)

Für Patienten mit kognitiven oder Intellektuellen Einschränkungen besteht die Möglichkeit, administrative Aufgaben auch an medizinisches Hilfspersonal zu delegieren (ÜA8). Semantische Interoperabilität muss zwischen den Komponenten der Kooperationspartner auf beiden Seiten gewährleistet werden, damit die medizinischen und administrativen Daten korrekt interpretiert und verarbeitet werden können. Fügt man noch die Constraints aus dem Architekturstil ein, die im Sinne einer Schichtenarchitektur gewählt wurden, ergibt sich eine weitere Verfeinerung der Komponenten in funktionsbasierte Schichten. Die MWKL und die MWKH werden in jeweils drei verschiedene Schichten aufgespalten, um eine Verfeinerung der Schichten in die funktionalen Aufgaben zu erreichen. Ferner wird eine Adapterschicht eingefügt, die den Zugang zu den Daten der Bestandssysteme bereitstellt, die einer MWA zur Verwendung angeboten werden. Die erste Schicht der MWKL stellt die Applikationsschicht dar, sie verwendet die Daten der Adapterschicht und nimmt alle Transformationen daran vor, die durch Leistungserbringer im Kontext der MWA angestoßen werden. Dazu zählen die zielgruppengerechte und fallspezifische Aufbereitung von medizinischen Daten, etwa im Rahmen eines Arztbriefes oder einer Krankenhauseinweisung, die Kontrolle von Vitalparametern oder die richtige Zusammenstellung und Zuordnung von Hilfsmitteln oder Medikamenten. Um die medizinischen Daten für einen Empfänger lesbar zu machen, der eine MWA heterogener Machart verwendet, werden auf der Interoperabilitätsschicht alle Transformationen an den Daten vorgenommen, um sie in ein interoperables Format zu überführen (ÜA4). Sind die Daten in einem Format, das vom Empfängersystem gelesen werden kann, müssen im Rahmen der Authentisierungsschicht die Daten im Zielformat geprüft werden und durch einen Leistungserbringer mit hinreichender Berechtigung authentifiziert werden. Damit garantiert der Ersteller, dass die Daten in der vorliegenden Form durch eine Person mit hinreichender Autorität geprüft und freigegeben wurden. Mit diesem Schritt sind alle Aufgaben erfüllt, die die Fähigkeiten und Befugnisse eines Leistungserbringers bedürfen. Die weiteren Transformationen der Datenobjekte fallen in den administrativen Bereich (Abbildung 61).



**Abbildung 61 - Schichten der e-Health Architektur**

Quelle: Eigene Darstellung

Aus einem geprüften medizinischen Dokument können in der nächsten Schicht Steuerungsdaten extrahiert werden, um die Qualitätskontrolle zu gewährleisten. Es können auch weitere Steuerungsdaten ergänzt werden, um die spätere Verwendung des medizinischen Dokuments zu vereinfachen. Dazu muss auf der Steuerungsschicht festgelegt werden, welche Steuerungsdaten aus einem oder für ein medizinischen Dokument benötigt werden. Es muss gewährleistet bleiben, dass Steuerungsdaten keine Patienteninformationen enthalten. Medizinische Daten und Steuerungsdaten werden auf der Vermittlungsschicht Empfängern zugeordnet. Sie können entweder nach objektiveren Kriterien ausgewählt werden, etwa indem das günstigste Angebot ausgewählt und einem Dokument zugeordnet wird, oder durch den Patienten bestimmt werden. Im deutschen Gesundheitswesen genießen Patienten die freie Facharzt- und Apothekenwahl. Ist ein medizinisches Dokument in der beschriebenen Form aufbereitet, kann es auf der Sicherungsschicht mit adäquaten Mechanismen für die Übertragung zum Empfänger gesichert werden, etwa indem eine Verschlüsselung mit dem Zertifikat des Adressaten durchgeführt wird. Die Schichtenarchitektur folgt so logisch aus der Komponentendefinition und der Abstraktion der Behandlungsprozesse aus Kapitel 4.4 (Abbildung 62). Die detaillierte Beschreibung und Ableitung der sieben Schichten erfolgt in ab Kapitel 5.5.5.

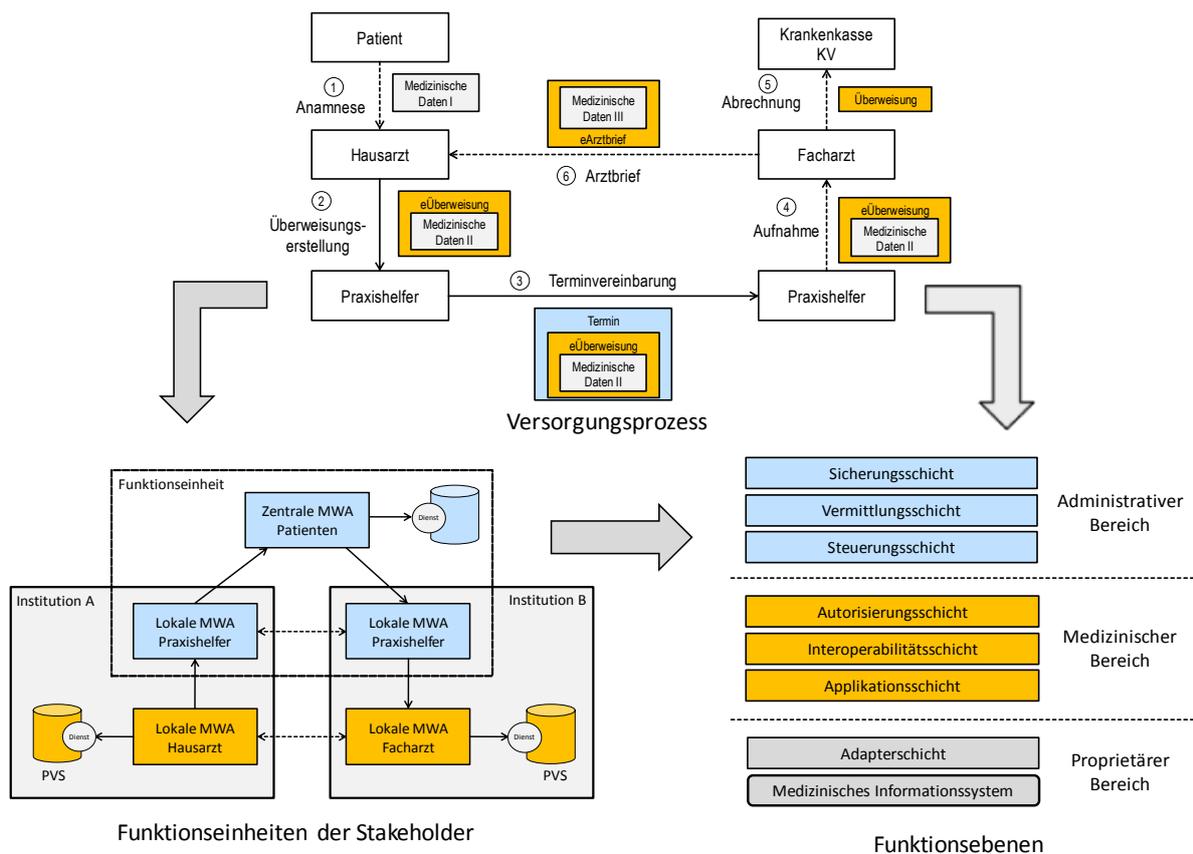


Abbildung 62 – Architekturstile einer MWA

Quelle: Dünnebeil et al. (2013)

Die administrativen und medizinischen Aufgaben wurden in Funktionsebenen aufgegliedert, die wohldefinierte Aufgaben aus den übergreifenden Anforderungen abdecken. Die Funktionsebenen bilden die Grundlage für ein Softwaremodul mit hoher Kohäsion. So wird die Wiederverwendbarkeit und Standardisierung von Komponenten im Gesundheitswesen erleichtert. Langfristig können die Module in Dienste überführt werden, um ein umfassendes Service Ecosystem rund um MWA der TI aufzubauen. Bei der Konzeption einer verteilten MWA können beim Softwareentwurf Kommunikationsstandards auf jeder Schicht der Architektur festgelegt werden. Da sich die Anwendungen nach (ÜA3) an etablierten Prozessen orientieren sollen (Frießem/Kalmring/Reichelt 2005), sind die Ebenen den bestehenden Aufgaben von Arbeitsabläufen im Gesundheitswesen nachempfunden und bilden deren digitales Komplement. Der Drucker bildet heute einen Adapter, der medizinische Daten aus den Primärsystemen auf ein Formular druckt. Aktuell wird die Interoperabilität im Gesundheitswesen durch die Spezifikation von Formularen durch übergeordnete Institutionen ermöglicht, die Unterschrift eines Vertragsarztes stellt die hinreichende Autorisierung des Ausstellers sicher.

Sind die notwendigen Funktionen, die in einer MWA gewährleistet sein müssen, in den Schichten beschrieben, so kann jede Schicht auf einer niedrigeren Abstraktionsebene in den Aufruf von Diensten untergliedert werden. Eine Schicht stellt damit eine Anzahl von Serviceaufrufen dar. Die Services werden entweder durch die TI, ein Praxisnetz, ein Primärsystem oder auf dem lokalen System bereitgestellt. Die Summe aller Dienste, die im Rahmen von Aufrufen in den jeweiligen Schichten benötigt werden, stellt das Service Ecosystem für MWA der TI dar, das in Kapitel 5.6 detaillierter beschrieben wird. Die Schichten der Architektur bilden das Regelwerk nach denen die Dienste aufgerufen werden müssen, etwa um die hinreichende Autorisierung, die Extraktion von Steuerungsdaten oder die sichere Übertragung zu gewährleisten.

### 5.5.5 Adapterschicht

In der Adapterschicht wird die Frage beantwortet, welche Primärsysteme oder Sensoren in die MWA eingebunden werden und wie die Einbindung realisiert wird. Es wird damit das Kriterium der heterogenen Systemlandschaften adressiert (Panetto/Molina 2008). Für Ärzte ist die automatisierte Verarbeitung ihrer Daten ein essentielles Kriterium (Dünnebeil et al. 2010a). Die doppelte Erfassung von medizinischen Daten in Primärsystemen und in MWA wird ausdrücklich abgelehnt, da sonst redundante Daten erhoben werden müssen. Die Arbeit mit den Primärsystemen ist für die Mehrzahl der Leistungserbringer dennoch verbindlich, um ihre Leistungen bei den Kostenträgern abrechnen zu können. Die Adapterschicht stellt die Verbindung zwischen den IS von Leistungserbringern oder Patienten und den MWA bereit. Während Primärsysteme meist proprietäre und damit geschlossene Systeme darstellen, können MWA an die regionalen Versorgungsprozesse angepasst werden. Primärsysteme dienen entweder der Erhebung von medizinischen Daten, wie etwa ein Gerät aus der Medizintechnik, oder zur Behandlungsdokumentation und Abrechnung, wie ein AIS. Sie stellen persistente Datensilos mit verteilten Patientendaten dar, wenn keine übergreifenden Patientenakten vorhanden sind (Dünnebeil et al. 2010b). Der Adapter bietet nach außen

einheitliche Schnittstellen, die von verschiedenen MWA verwendet werden können. Je nach Anwendungsfall müssen Daten aus einem Primärsystem gelesen oder in die Primärsysteme der Zielinstitution geschrieben werden. Dazu greift der Adapter entweder auf eine Schnittstelle des Primärsystems oder direkt auf dessen Datenbank zu. Der Adapter kapselt die proprietäre Datenquellen hinter einer standardisierten Schnittstelle. Diese können z.B. als Web Service bereitgestellt werden, um die Integration der Primärsysteme nach dem SOA Paradigma zu gewährleisten (Mauro et al. 2009). Damit wird die in Kapitel 3.5.1 dargestellte Bereitstellung von MWA, die sich außerhalb der Primärsysteme befinden, ermöglicht. MWA können damit sowohl auf den Adapter der Primärsysteme zugreifen als auch auf die Dienste der TI (Tabelle 21). Diese Komponente ist kein eigentlicher Bestandteil von MWA, da für die Umsetzung Wissen über die proprietären Systeme vorhanden sein muss.

**Tabelle 21 – Funktionsübersicht Adapterschicht**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<b>Adapterschicht</b>	
Leistungserbringer sind oft an die Verwendung von proprietären und geschlossenen Primärsystemen gebunden, wollen aber deren Daten ohne redundante Erfassung in MWA nutzen.	
Ziel:	Die Daten aus den Primärsystemen über eine universelle Schnittstelle zur Verfügung stellen, um sie in MWA zu nutzen.
Anforderungen:	ÜA1, ÜA3, ÜA4
Eingabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patienteninformationen</li> <li>• Datentyp</li> <li>• Zeitraum</li> <li>• Nutzerauthentifizierung</li> </ul>
Ausgabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patientenstammdaten</li> <li>• Medizinische Daten</li> <li>• Abrechnungsdaten</li> <li>• Hilfsmittelkataloge, Arzneimittelkataloge, PZN, ICD</li> <li>• Vitalparameter</li> </ul>

### 5.5.6 Applikationsschicht

In der Applikationsschicht wird die eigentliche medizinische Anwendung umgesetzt, die den Mehrwert bereitstellt. Dies sind Funktionen, die nicht von den Primärsystemen der Leistungserbringer angeboten werden<sup>32</sup>. Hier wird einer breiten Entwicklergemeinde die Möglichkeit eröffnet, softwarebasierte Innovationen für das Gesundheitswesen zu erstellen. Entwickler sind somit nicht mehr abhängig von der Offenheit und den Lebenszyklen der Primärsysteme. Damit soll die von (Panetto/Molina 2008) geforderte Dynamik in der

<sup>32</sup> Die gegenwärtig genutzten Funktionalitäten von AIS in Arztpraxen des Praxisnetzes GO IN wurden in Abbildung 14 dargestellt.

Softwareentwicklung gewährleistet werden. Der Mehrwert kann z.B. die Akquise und Aufbereitung von Gesundheitsdaten sein, wie das automatisierte Lesen digitaler Vitalparameter von einem medizinischen Gerät (Mauro 2012). Auch die Analyse von medizinischen Daten aus den Primärsystemen zeigte in klinischen Studien Potentiale von Qualitätsverbesserungen. So konnte durch einen Abgleich von Arzneimittelwechselwirkungen die Anzahl von Fehlbehandlungen drastisch gesenkt werden (Lappé et al. 2004). Die fallbezogene Selektion von medizinischen Daten für einen weiterbehandelnden Arzt kann bei Krankenhauseinweisungen die Anzahl von Doppeluntersuchungen reduzieren (Sawicki 2005). Die Applikationsschicht stellt ferner eine Nutzerschnittstelle für Ärzte zur Verfügung, um die Datenselektion, -akquise und -aufbereitung zu überwachen. Die Applikationsschicht ist Nutzer der Adapterschicht, verwendet damit Daten aus einem oder mehreren Primärsystemen, die in der Applikationsschicht fallbezogen und nutzerorientiert genutzt werden (Tabelle 22).

**Tabelle 22 - Funktionsübersicht Applikationsschicht**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<b>Applikationsschicht</b>	
Primärsysteme sind oft proprietär und damit nicht offen für die Entwicklung innovativer Anwendungen. Dennoch brauchen Entwickler, die keine Primärsystemhersteller sind, eine Möglichkeit ihre Systeme auf Basis der TI bereitzustellen.	
Ziel:	Praxisnetzen und Softwareunternehmen die Möglichkeit eröffnen, eigene Anforderungen umzusetzen und diese in das Praxisumfeld und die Strukturen des Gesundheitswesens zu integrieren.
Anforderungen:	ÜA2, ÜA5
Eingabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten aus den Primärsystemen</li> <li>• Patientenstammdaten von der eGK</li> <li>• Eingabeparameter der Ärzte</li> </ul>
Ausgabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturierte und kontextspezifische Aufbereitung von bspw.:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hilfsmitteln,</li> <li>○ Vitalparametern,</li> <li>○ Medizinischen Daten</li> </ul> </li> </ul>

### 5.5.7 Interoperabilitätsschicht

In der Interoperabilitätsschicht muss die Entscheidung getroffen werden, wie verteilte MWA in die Lage versetzt werden sollen, miteinander zu interagieren. Interoperabilität bezeichnet die Fähigkeit von autonomen Anwendungen unterschiedlicher Herkunft und heterogener Machart, miteinander kommunizieren zu können (Wegner 1996). Dies ist einer der wichtigsten Aspekte verteilter Kooperation und Voraussetzung für die Systemintegration über die Institutionsgrenzen hinweg (Panetto/Molina 2008). Es wird in der Regel zwischen syntaktischer Interoperabilität, die die Datenübertragung zum Zielsystem und die dortige

Verarbeitung implementiert und gewährleistet, und der semantische Interoperabilität, die Bedeutung und Verwendung der Daten festlegt, unterschieden (Ouksel und Sheth 1999). Ohne zentrale Speicherung von Daten und deren Nutzung über eine einheitliche Benutzerschnittstelle muss ein übergreifendes Austauschformat zwischen Sender und Empfänger definiert werden. Das System des Senders überführt die Daten in das vorgeschriebene Austauschformat, der Empfänger extrahiert sie von dort. So können Daten in das IS des Empfängers eingefügt werden, ohne dass eine redundante Erfassung notwendig wird. Übertragungsfehler und Zeitaufwände, die beim erneuten manuellen Erfassen der Daten von den Formularen entstehen, können reduziert werden. Im Gesundheitswesen existieren verschiedene Kommunikations- und Dokumentationsstandards sowie übergreifende medizinische Begriffssysteme, die Interoperabilität ermöglichen (Pedersen/Hasselbring 2004). Bei übergreifenden Standards ist die Überführung in die Primärsysteme der Zielinstitution erheblich einfacher, da keine speziell auf das Datenformat angepasste Adapterschicht notwendig ist. Standardisierte Elemente eines elektronischen Arztbriefes können von verschiedenen MWA gelesen werden, wenn die Elemente z.B. in LOINC standardisiert und in XML aufbereitet wurden. Im ersten Schritt muss eine Syntax definiert werden, also die Zusammensetzung der verwendeten Zeichen, wie es etwa in einem standardisierten ICD-Code oder einer PZN geschieht (Abbildung 63). Über die Sigmatik wird der Zeichenkette ein bezeichnetes Objekt zugeordnet, was über festgelegte medizinische Terminologiesysteme geschieht. Die Diagnose E14.90 mit dem Zusatz G bezeichnet eine Diabetes Mellitus bei Erwachsenen. Diese verweisen meist auch auf die Semantik, erklären also die Bedeutung der Begriffe.

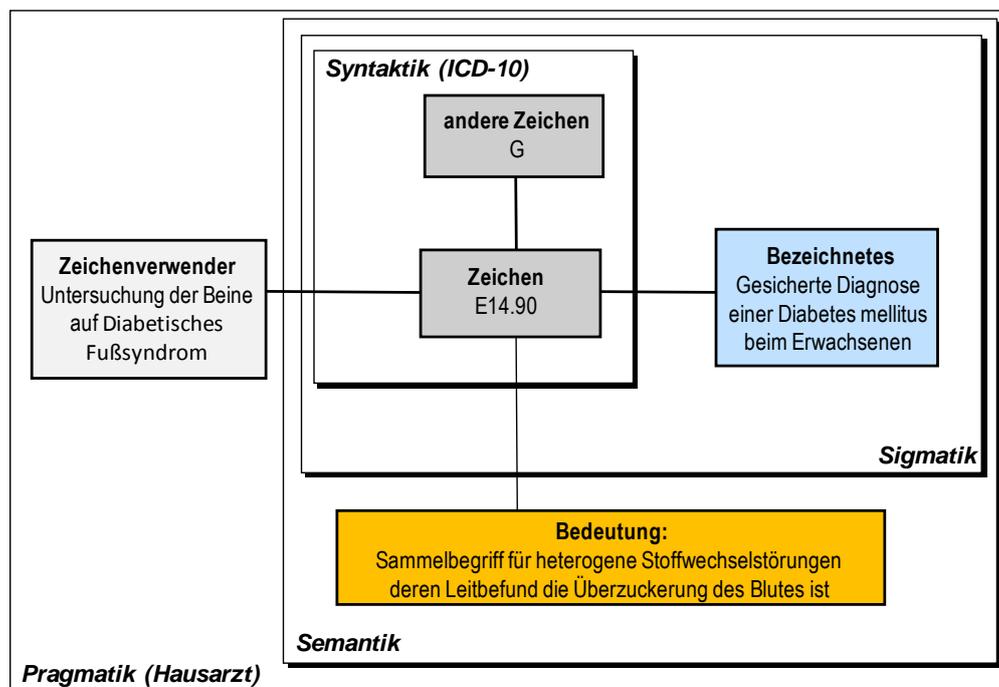


Abbildung 63 – Prozessschritte der Krankenhauseinweisung

Quelle: in Anlehnung an Berthel (1975, S.1869)

Eine Diabetes Mellitus steht als Sammelbegriff für heterogene Stoffwechselstörungen, deren Leitbefund Überzuckerung des Blutes ist. Die Pragmatik, also wie der Nutzer mit einem Dokument, z.B. einer elektronischen Überweisung, umzugehen hat, muss entweder über Nutzerschulungen oder gesetzliche Verordnungen sichergestellt oder in die Funktionsweise der MWA eingearbeitet werden. In bestimmten Fällen genügt die Kontrolle auf Vollständigkeit und Struktur der Dateneingabe, um eine Nutzungspragmatik herzustellen. Durch einen Hinweis auf eine notwendige Maßnahme, der dann vom Arzt zu quittieren ist, können festgelegte Prozesse definiert werden. Medizinische Leitlinien geben Ärzten evidenzbasierte Handlungsempfehlungen an die Hand, wie sie mit bestimmten Diagnosen umzugehen haben, etwa bei welchen Diagnosen, Befunden und Laborwerten eine Untersuchung vorgeschlagen wird (Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin 2009). In bestimmten Abständen ist bei Patienten mit Diabetes z.B. die Kontrolle der Füße notwendig, um ein Diabetisches Fußsyndrom frühzeitig erkennen und behandeln zu können. Tabelle 23 stellt Problem, Ziel sowie Eingabe und Ausgabeparameter der Interoperabilitätsschicht in einer tabellarischen Übersicht dar.

**Tabelle 23 – Funktionsübersicht Interoperabilitätsschicht**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<b>Interoperabilitätsschicht</b>	
Primärsysteme und MWA stellen Systeme heterogener Machart dar, deren Datenhaltung nicht vereinheitlicht ist. Dennoch besteht Kommunikationsbedarf zwischen diesen Anwendungen, Dokumente müssen einheitlich eingelesen, interpretiert und bewertet werden können.	
Ziel:	Auf der Interoperabilitätsschicht sollen Daten aus der Applikationsschicht für die Verarbeitung in heterogenen Systemen aufbereitet werden und syntaktische und semantische Interoperabilität hergestellt werden.
Anforderungen:	ÜA1, ÜA4, ÜA11
Eingabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturierte und kontextspezifische Aufbereitung von:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Patientenstammdaten</li> <li>○ Stammdaten von Leistungserbringern</li> <li>○ Handlungsempfehlungen</li> <li>○ Hilfsmitteln,</li> <li>○ Vitalparametern,</li> <li>○ Medizinischen Daten</li> </ul> </li> </ul>
Ausgabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein in interoperablem Austauschformat kodierte Dokument, das von einem System heterogener Machart eingelesen werden kann, z.B.:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ HL7 CDA</li> <li>○ Continuity of Care Record (CCR)</li> <li>○ Gematik VODD</li> <li>○ Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)</li> </ul> </li> </ul>

### 5.5.8 Autorisierungsschicht

In der Autorisierungsschicht ist die Frage zu klären, welcher Personenkreis die Autorität eingeräumt bekommt, Transaktionen in der MWA abzuwickeln und wie der Kontrollmechanismus technisch umzusetzen ist (ÜA6). Die Umsetzung eines rollenbasierten Autoritätsmanagements ist ein zentrales Konzept, um die modellbasierte Steuerung und Überwachung medizinischer Versorgungsprozesse sicherzustellen (Panetto/Molina 2008). Dafür wurden in der Medizininformatik bereits weitreichende Konzepte für das Gesundheitswesen entwickelt (Chandramouli 2001). In medizinischen Prozessen entstehen oft wechselseitige Verbindlichkeiten. Ärzte müssen der Behandlungsdokumentation des Vorgängers vertrauen können, wenn sie diese als Entscheidungsgrundlage für die weitere Behandlung verwenden, ohne eine Doppeluntersuchung durchzuführen. Auch Apotheken müssen die Echtheit einer Verordnung verifizieren und sicherstellen, dass der Aussteller zur Verordnung des Präparats befähigt war. Heute wird dies in der Regel durch Institutionsstempel und Unterschrift eines Vertragsarztes bestätigt. Für digitale Medien kann z.B. eine digitale Signatur verwendet werden (Rivest/Shamir/Adleman 1978). Da die Möglichkeit für zwischenmenschliche Vertrauensbildung bei digitalen Prozessen, die ohne persönlichen Kontakt abgewickelt werden, oft nicht besteht (Kumbruck 2000), müssen geeignete technische Möglichkeiten bereitgestellt werden, um Signaturen zu verifizieren und einer Gruppe von Leistungserbringern zuzuordnen. Hierfür muss eine Institution benannt werden, die entsprechende Zertifikate zur Verfügung stellt und verwaltet. Die beschriebene Maßnahme kann auch Passwörter, Persönliche Identifikationsnummern oder Transaktionsnummern zur bereitstellen. Rechtsverbindliche Transaktionen oder Dokumente, wie Verordnungen, bedürfen einer Qualifizierten Digitalen Signatur, während andere Dokumente, wie etwa Arztbriefe, auch ohne Signatur versendet werden dürfen. Tabelle 24 stellt Problem, Ziel sowie Eingabe und Ausgabeparameter der Autorisierungsschicht in einer tabellarischen Übersicht dar.

**Tabelle 24 – Funktionsübersicht Interoperabilitätsschicht**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<b>Autorisierungsschicht</b>	
Viele Transaktionen im Gesundheitswesen dürfen nur Personen mit einer ausreichenden rollenbasierten Autorität wahrnehmen. Verordnungen haben nur Gültigkeit, wenn sie von einem Vertragsarzt unterzeichnet werden, medizinische Daten müssen von einer Person mit hinreichendem Fachwissen zusammengestellt werden.	
Ziel:	Auf der Autorisierungsschicht sollen Mechanismen bereitgestellt werden, die es ermöglichen, die hinreichende Autorisierung zum Erstellen eines Dokuments zu prüfen und diese auf Seite der Empfänger zu verifizieren.
Anforderungen:	ÜA3, ÜA6, ÜA9

Eingabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein in interoperablem Austauschformat kodiertes Dokument, das von einem System heterogener Machart eingelesen werden kann, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ HL7 CDA</li> <li>○ Continuity of Care Record (CDA)</li> <li>○ Gematik VODD</li> </ul> </li> <li>• Authentifizierungsparameter des Leistungserbringers</li> <li>• Signaturschlüssel (optional)</li> </ul>
Ausgabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein in interoperablem Austauschformat kodiertes medizinisches Dokument mit einer digitalen Signatur oder einem Verifizierungsmerkmal.</li> </ul>

### 5.5.9 Steuerungsschicht

In der Steuerungsschicht muss zur Gewährleistung von ÜA10 die Möglichkeit umgesetzt werden, wohldefinierte Steuerungsdaten im Rahmen von Versorgungsprozessen zu erheben und auszuwerten. Zur Abrechnung von Leistungen aus Integrierten Versorgungsverträgen nach §140 SGB5 kann von den Vertragspartnern erfasst werden, welche Leistungen von einem Arzt erbracht worden sind, um diese außerhalb des Regelleistungsvolumens zu vergüten. So entsteht zu jedem Versorgungsprozess ein wohldefinierter Datensatz, der zur Steuerung und Qualitätssicherung auf Managementebene genutzt werden kann. Diese Daten können auch zur Steigerung der medizinischen Qualität der Behandlungen im Ärzteverbund dienen, indem Ärzten Empfehlungen aus der evidenzbasierten Medizin an die Hand gegeben werden, die auf Realdaten basieren (Sackett et al. 1996). Patientendaten können zu diesem Zweck in Data Warehouses aufbereitet (Stolba und Tjoa 2006) und hinreichend anonymisiert und aggregiert werden, um die Erfüllung von ÜA1 zu gewährleisten (Sweeney 1997). Auch die Bereitstellung von Daten des Praxisnetzes oder anderer übergeordneter Institutionen kann für einen Versorgungsprozess von Bedeutung sein. Eine Auswahl bevorzugter Lieferanten oder zeitnaher Behandlungstermine können, zusätzlich zum medizinischen Dokument, zur Verfügung gestellt werden, um die spätere Vermittlung der Dokumente an einen weiteren Leistungserbringer nach ökonomischen oder organisatorischen Gesichtspunkten zu steuern. Eine willkürliche und umfassende Sammlung und Auswertung der Daten aus MWA, wie es in Mobilfunk- oder Internetanwendungen häufig geschieht (O'Brien 2010), muss unterbunden werden. Durch die Interoperabilitätsschicht werden medizinische Daten in einem standardisierten Format angeboten. Es kann für jedes Format festgelegt werden, welche Daten zur Steuerung bedeutsam und zulässig sind. In einer standardisierten digitalen Verordnung kann das Auslesen von Steuerungsdaten auf die Verordnungsdiagnose und das Medikament beschränkt werden, um sicherzustellen, dass Diagnosen im Rahmen der Pharmatherapie angemessen behandelt werden. Das Auslesen von Patientenstammdaten muss hingegen unterbunden werden, um eine Zuordnung von Diagnosen oder Medikamenten zu realen Personen zu unterbinden. So können Statistiken zur Qualitätssicherung erstellt und gleichzeitig

gewährleistet werden, ohne dass das Rech auf Informationelle Selbstbestimmung<sup>33</sup> von Patienten verletzt wird. Tabelle 25 beschreibt die Merkmale der Steuerungsschicht.

**Tabelle 25 – Funktionsübersicht der Steuerungsschicht**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<b>Steuerungsschicht</b>	
Medizinische Prozesse bedürfen der Auswertung von Steuerungsdaten, um Vergütung, Qualitätssicherung und Steuerung zu gewährleisten. Viele dieser Daten sind Teil der medizinischen Dokumente, die im Rahmen der Prozesse ausgetauscht werden.	
Ziel:	Auf der Steuerungsschicht sollen anonymisierte und im Verwendungskontext aggregierte Daten abgeleitet werden, die ohne Verletzung der Patientenrechte an zentrale Steuerungsinstanzen weitergeleitet werden können.
Anforderungen:	ÜA1, ÜA 10
Eingabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ein in interoperablem Austauschformat kodiertes medizinisches Dokument mit einer digitalen Signatur oder einem Verifizierungsmerkmal.</li> </ul>
Ausgabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anonymisierte und aggregierte Steuerungsdaten, die für Qualitätskontrolle, Evidenzbasierte Medizin, Prozesssteuerung, objektiver Vermittlung und Abrechnungszwecke genutzt werden können.</li> </ul>

### 5.5.10 Vermittlungsschicht

Auf der Vermittlungsschicht wird die Frage adressiert, an welche Empfänger Daten vermittelt werden sollen und wie diese Vermittlung objektiviert und technisch umgesetzt werden soll. Gegenwärtig bekommen Patienten eine Verordnung oder einen Arztbrief ausgehändigt und übernehmen anschließend die Vermittlung der Dokumente eigenständig. So kann etwa eine Verordnung von Medikamenten in der nächstgelegenen Apotheke eingelöst, ein Facharzttermin oder eine Taxifahrt zum Facharzt über das Telefon vereinbart werden. Die digitale Vermittlung von medizinischen Daten, z.B. elektronischen Verordnung von Medikamenten oder orthopädischen Hilfsmitteln, kann hingegen nach festgelegten Regeln vonstattengehen. Die Regeln können a priori aufgrund von ökonomischen oder medizinischen Gesichtspunkten festgelegt werden. Die Vermittlung folgt damit klar nachvollziehbaren Regeln. Die Voraussetzung für diese Objektivierung der Vermittlung kann vorher auf der Steuerungsschicht gewährleistet werden. So können mit Hilfe von Netzinformationen, die etwa die günstigsten Preise oder die besten Lieferkonditionen für ein Medikament bereitstellen, gezielte Vermittlungen vorgenommen werden. Hat ein Arzt die Verordnung eines Hilfsmittels ausgestellt, kann diese bei dem Sanitätshaus eingelöst werden, das den günstigsten Preis, die schnellste Lieferung oder die beste Qualität garantiert. Auch die

<sup>33</sup> Zur aktuellen Rechtsprechung vgl.: <http://www.datenschutzbeauftragter-info.de/fachbeitraege/rechtsprechung-wichtige-urteile-im-datenschutz/>, abgerufen am 13..2012

Terminvergabe kann rein objektiv geregelt werden. So kann automatisch der nächstmögliche Facharzttermin reserviert werden, wenn die Praxis innerhalb eines Radius von 10 km liegt, der Arzt einem bestimmten Versorgungsvertrag beigetreten ist und eine gute Bewertung hat.

Die Vermittlungsschicht dient der Zustellung der Nachricht an einen geeigneten Adressaten. Hier wird aus der ungerichteten Kommunikation, wie man sie gegenwärtig etwa im Fall von Verordnungen findet (sie können bei beliebigen Leistungserbringern eingelöst werden), eine gerichtete Kommunikation mit festem Adressaten. Im Fall einer Facharztüberweisung erhält der Patient die Autorisierung des Hausarztes einen Facharzt aufzusuchen. Durch die Vereinbarung eines Termins wird die Kommunikation an einen speziellen Facharzt gerichtet, der dann die Überweisungsdokumente zur Abrechnung und zur Einsicht der medizinischen Daten erhält. Tabelle 26 zeigt wie die Daten aus der Steuerungsdatenschicht in der Vermittlungsschicht aufbereitet werden.

**Tabelle 26 – Funktionsübersicht der Vermittlungsschicht**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<b>Vermittlungsschicht</b>	
Ungerichtete digitale Dokumente oder Verordnungen müssen über geeignete Mechanismen an Empfänger vermittelt werden, die ein vereinbartes Gütekriterium erfüllen oder nach bestimmten Präferenzen von Patienten oder Leistungserbringern ausgewählt wurden.	
Ziel:	Die Auswahl eines geeigneten Empfängers, der sich über wohldefinierte Parameter, wie Preise, Entfernung, Verfügbarkeit, Eignung, Qualität oder die Präferenz des Auftraggebers in einem objektiven Verfahren qualifiziert.
Anforderungen:	ÜA3, ÜA8, ÜA13
Eingabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein in interoperablem Austauschformat kodierte medizinisches Dokument mit einer Signatur oder einem Verifizierungsmerkmal.</li> <li>• Steuerungsdaten mit Auswahlkriterien für einen Empfänger.</li> </ul>
Ausgabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Daten eines geeigneten Empfängers.</li> <li>• Die Adresse oder das Zertifikat des Empfängers.</li> </ul>

### 5.5.11 Sicherungsschicht

Datensicherheit und Vertraulichkeit ist im Bereich medizinischer Daten ein Aspekt mit herausragender Bedeutung (Rindfleisch 1997; Stanford 2002). Vor diesem Hintergrund muss die Frage beantwortet werden, welche Sicherheitsstandards verwendet werden und welche Mechanismen für die Umsetzung geeignet sind. Sowohl Befürworter als auch Gegner der Telematik sprachen sich mit großer Mehrheit für die Verwendung von verbindlichen und übergreifenden Sicherheitsstandards in telemedizinischen Anwendungen aus (Dünnebeil et al. 2010a). Auch der deutsche Gesetzgeber regelt die Zugriffsberechtigung, die Auditierung und die Verschlüsselung von Telematikanwendungen explizit im Sozialgesetzbuch (BRD 2004a).

Der amerikanische „Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)“ stellt darüber hinaus genaue gesetzliche Regeln für den Umgang mit digitalen Gesundheitsdaten auf, die neben der administrativen und physikalischen Sicherheit von Gesundheitsdaten auch die technischen Aspekte regeln (Mercuri 2004). Verstöße gegen die HIPAA Richtlinien werden mit hohen Geld- und Gefängnisstrafen geahndet. Für MWA der TI müssen sich die Verantwortlichen auf ein gesetzeskonformes Sicherheitsniveau einigen, das eine ausgewogenes Verhältnis zwischen Nutzbarkeit und Schutzbedarf findet, dies auf der Sicherungsschicht mit geeigneten Mechanismen umsetzen (Tabelle 27).

**Tabelle 27 – Funktionsübersicht der Sicherungsschicht**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<b>Sicherungsschicht</b>	
Medizinische Daten sind vertraulich und unterliegen hohen gesetzlichen Anforderungen bezüglich der Datensicherheit. Da sie bei einem dezentralen Ansatz über Institutionsgrenzen hinweg übertragen werden, muss eine Gefährdung ausgeschlossen werden.	
Ziel:	Die Übertragung von Daten zwischen zwei Institutionen angemessen absichern, um sie vor Missbrauch zu schützen.
Anforderungen:	ÜA7
Eingabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein in interoperablem Austauschformat kodierte medizinisches Dokument mit einer Signatur oder einem Verifizierungsmerkmal.</li> <li>• Die Adresse, das Zertifikat des Empfängers.</li> </ul>
Ausgabe:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein hinreichend gesichertes oder verschlüsseltes medizinisches Dokument, das über einen sicheren Kanal an einen Austauschdienst oder einen Empfänger übertragen werden kann.</li> </ul>

Die gegenwärtige Architekturspezifikation beschreibt nur die Dokumentenerstellung, Vermittlung und den Versand im Zuge der Prozessinitialisierung auf der Seite des Senders. Auf der Seite des Empfängers werden die Schichten in gegengesetzter Reihenfolge durchlaufen. Die Ausgangsdaten werden entsprechend zu Eingangsdaten, die Verifizierung des Senders kann z.B. durch die Überprüfung der digitalen Signatur des Empfängers mit Hilfe eines Verzeichnisdienstes erfolgen (gematik 2009b).

Viele Aufgaben, die in der Schichtenarchitektur beschrieben wurden, werden schon heute im Zuge der papierbasierten Behandlungsprozesse gewährleistet. So kann auch eine Teilautomatisierung von Prozessen vorgenommen werden, indem nur einzelne Schichten digitalisiert werden und andere Prozessschritte weiterhin auf analogem Weg erfolgen. Das Ausdrucken einer zielgerichteten Verordnung nach der Wahl des richtigen Empfängers ist möglich, wenn die geeigneten Anwendungen in Apotheken oder Sanitätshäusern nicht zur Verfügung stehen. Auch eine manuelle Übertragung medizinischer Daten von einem Sensor

in eine MWA oder aus einem Primärsystem in eine elektronische Überweisung ist möglich. Ein durchgehender Datenfluss, der eine vollständig integrierte Durchführung der Prozesse ermöglicht, ist im Sinne des Seamless Healthcare Paradigmas (Schweiger et al. 2007) jedoch die Zielsetzung von MWA.

## 5.6 MWA – Service Ecosystem

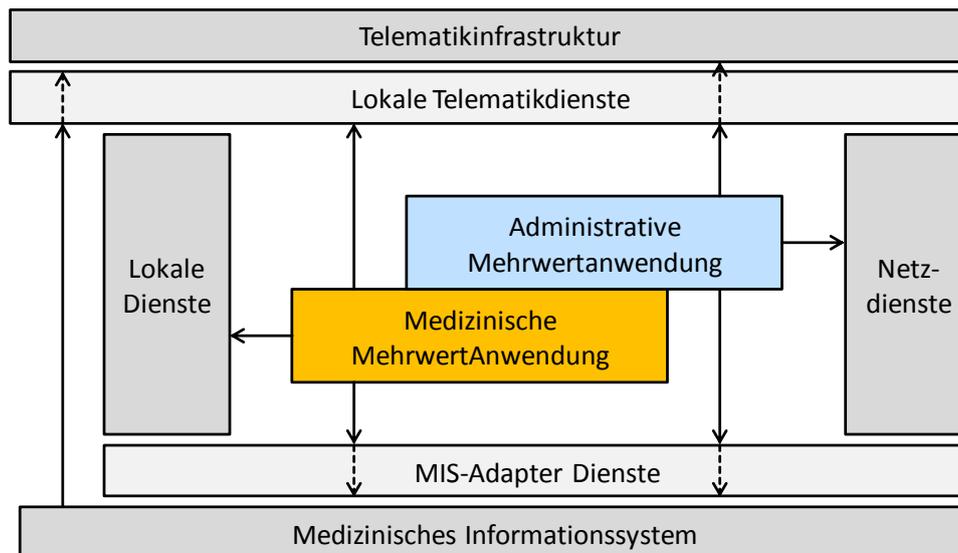
Die Umsetzung von MWA der TI basiert auf dem SOA Paradigma. Eine stringente Entwicklung von Services, die dem vorgestellten Architekturansatz folgen, führt zur Kapselung typischer Funktionalitäten, die Aufgaben der vorgestellten Schichten teilweise oder in Gänze implementieren. Services können im Rahmen der Entwicklung weiterer MWA wiederverwendet werden, da die Dienste notwendige Funktionen für das Gesundheitswesen bereitstellen, etwa die Qualitätssicherung von medizinischen Prozessen. Eine MWA besteht demnach aus der Summe der Aufrufe von Web-Services, die nach bestimmten Regeln zu vollziehen sind. Einige dieser Regeln wurden in Abschnitt 5.2.2 eingeführt. Eine neue Kombination verschiedener Dienste kann einen Zugang zu Prozessen bereitstellen, der so nicht vorhergesehen wurde (Riedl et al. 2009). Die Gesamtheit von Web Services, die in MWA kombiniert werden können, bezeichnet ein Service Ecosystem, das wie folgt definiert ist:

“**A Web Service Ecosystem** is a logical collection of Web services whose exposure and access are subject to constraints characteristic of business service delivery”  
(Barros/Dumas 2006).

Die funktionalen Aspekte einer MWA wurden in den jeweiligen Schichten der Architektur beschrieben. Entwickler müssen die Dienste aus dem Service Ecosystem so kombinieren, dass die auf der der jeweiligen Architekturebene vorgestellten Aufgaben hinreichend erfüllt sind. Die Dienste selber können jedoch nicht vollständig von den Entwicklern der MWA bereitgestellt werden. Web-Services, die etwa auf der Sicherungsschicht zum Einsatz kommen, werden von der gematik über den Konnektor bereitgestellt (gematik 2009b). Die umfassenden Sicherheitsanforderungen, die im Zuge von Anwendungen der eGK zu berücksichtigen sind, können durch kleine Entwicklerteams nicht eigenständig umgesetzt werden. Allein das übergreifende Sicherheitskonzept der TI umfasst über 800 Seiten (gematik 2008a). Auch Dienste, die Adapterzugänge zu den Primärsystemen bereitstellen, können nicht vollständig durch die Entwickler der MWA umgesetzt werden. Eine Anwendung zur elektronischen Überweisung, die im Ärztenetz GO IN etabliert werden soll, müsste sonst 40 Dienste bereitstellen, die den Primärsystemzugang ermöglichen (Dünnebeil et al. 2011c). Der Erfolg von MWA wird demnach stark davon abhängig sein, wie umfangreich und zuverlässig das Service Ecosystem ausgeprägt ist.

Langfristig muss für ein Service Ecosystem, das die Basis für die MWA bildet, Regeln unterworfen werden, die gesetzliche Grundlagen und Qualität der Dienste sicherstellen. Im Rahmen der Architektur werden solche Regeln Constraints genannt (Fielding 2000), die von

den Entwicklern oder Anbietern der Dienste eingehalten werden müssen. In der Folge werden Constraints für die Bereitsteller von vier verschiedenen Typen von Diensten beschrieben. Telematikdienste werden von der gematik spezifiziert, Netzdienste von Ärzteverbänden, Krankenhäusern oder Krankenkassen, lokale Dienste dienen der Aufbereitung von Daten in den Institutionen der Leistungserbringer und Adapterdienste für Medizinische Informationssysteme (MIS) sollten von den Herstellern bereitgestellt werden. Abbildung 64 zeigt eine schematische Darstellung des Service Ecosystems.



**Abbildung 64 – Dienstanbieter und Dienstnutzer**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Das Service Ecosystem zerfällt somit in mindestens vier Verantwortungsbereiche. Die Dienste der vier dargestellten Teilaspekte werden von MWA zu administrativen oder medizinischen Zwecken genutzt.

### 5.6.1 Telematikdienste

Die Telematik stellt Dienste zur Authentifizierung (gematik 2009b), zur Autorisierung (gematik 2008a), zur Vermittlung (gematik 2008d), zur Sicherung (gematik 2008f) und Übertragung bereit (gematik 2008b). Sie werden von der gematik spezifiziert und ihre Implementierung durch Maßnahmen zur Qualitätssicherung verifiziert (gematik 2008e). Sie werden über einen Konnektor in der Arztpraxis oder anderen Institutionen des Gesundheitswesens angeboten. Auch für Patienten sind Dienste vorgesehen, die z.B. zur Autorisierung verwendet werden können (gematik 2009a). Diese folgen der übergreifenden Schnittstellenbeschreibung der deutsche e-Card (BSI 2012). Sie gewährleisten, dass MWA ein übergreifendes Sicherheitsniveau anbieten, das von der Mehrzahl der Ärzte gefordert wird (Dünnebeil et al. 2010a). Wenn möglich, sollten Telematikdienste zur Implementierung der jeweiligen Schichten herangezogen werden, da sie sicherstellen, dass die gesetzlichen Rahmbedingungen eingehalten und überwacht werden.

### 5.6.2 Lokale Dienste

Manche Dienste können aus Sicherheitsgründen nicht zentral angeboten werden. Nach §291a dürfen medizinische Daten nicht unverschlüsselt die Arztpraxis verlassen. Sollen Daten über einen Dienst formatiert werden, so muss dieser Dienst innerhalb der Arztpraxis angeboten werden. Die gematik schreibt für die Nutzung ihrer Fachdienste die Verwendung von vorgegeben Datenformaten vor. So muss eine Verordnung dem vorgegebenen Format folgen, das im Regelfall durch ein bereitgestelltes XML-Schema der gematik erstellt und validiert werden kann (gematik 2008b). Auch MWD, wie der elektronische Arztbrief, müssen einem standardisierten Datenformat folgen und gegen ein Schema validiert werden (VHitG 2006). Sollen Daten in einer Applikation nach diesen Konventionen formatiert werden, so muss dies entweder in der MWA geschehen oder durch einen Dienst der eigens dafür angeboten wird. Lokale Dienste können diese Aufgabe übernehmen. Sie bieten dafür geeignete Schnittstellen an und liefern ein Format zurück, das den vereinbarten Vorgaben entspricht. Die Einbindung für Unterstützungsdienste sieht die lokale Komponente der gematik, der Konnektor, gegenwärtig nicht vor. Die Erstellung und Validierung von konformen Datenformaten ist in den Primärsystemen vorgesehen.

### 5.6.3 MIS Adapterdienste

Auch Adapterdienste für medizinische Informationssysteme müssen lokal angeboten werden, da Patientendaten nicht ungesichert und ohne Zustimmung der Patienten die Praxisräume verlassen dürfen. Für Adapterdienste gibt es im Gegensatz zu den Diensten der gematik keine übergreifende Spezifikation. Die Hersteller sind nicht verpflichtet Zugänge zu ihren Systemen bereitzustellen. Die BDT Schnittstelle kann in der Regel nicht als Service gekapselt werden, da eine API zum Aufruf nicht verfügbar ist. Die Implementierung mehrerer Adapter ist für regionale Ärztenetze und ihre Softwareentwickler nur schwer umsetzbar, da die Implementierung Kenntnis der proprietären Datenhaltung verlangt.

### 5.6.4 Netzdienste

Netzdienste stellen Funktionen zur Verfügung, die Daten aus der Steuerungsdatenschicht verwalten können, um sie Mitarbeitern von Praxisnetzen oder Krankenkassen zur Verfügung zu stellen. Diese Dienste dienen zur Qualitätssicherung (vgl. Kapitel 5.5.9), Steuerung und Abrechnung von Integrierten Versorgungsverträgen. Sie stellen Ärztenetzen die Daten zur Verfügung, die auf Grundlage von regionalen Anforderungen erhoben werden sollen. So können die MWA an spezielle Gegebenheiten angepasst werden, die nicht von den Funktionen der MIS, der Telematikdienste abgedeckt werden. Die Daten müssen hinreichend anonymisiert und aggregiert werden (Sweeney 1997), damit keine personenbezogenen medizinischen Daten anfallen. Auch Daten zur Vermittlung an spezielle Leistungserbringer und Dienstleister können von Netzen vorgehalten werden. So kann ein Termindienst freie Facharzttermine vorhalten, ein Hilfsmitteldienst Angebote ausgewählter Sanitätshäuser bereitstellen, die als Partner des Praxisnetzes registriert sind. Die Abfrage der Daten kann im administrativen Rahmen dazu genutzt werden, die zielgerichtete und objektive Steuerung der Kommunikation zu erreichen, die auf der Steuerungsschicht vorgestellt wurde.

## 5.7 Zusammenfassung

Durch die Reflexion der zweiten Forschungsfrage wird die Überführung der Anforderungen aus Kapitel 4 in einer Software-Architektur zusammengefasst:

*FF2: Welche modulare Software-Architektur ist geeignet, um die erhobenen Anforderungen auf Basis der deutschen Telematikinfrastruktur in einem Praxisnetz umzusetzen?*

Die übergreifenden Anforderungen aus Kapitel 4, die sich für die Entwicklung von MWA der TI ergeben, wurden in acht funktionale Schichten einer Referenzarchitektur für Anwendungen der Gesundheitstelematik unterteilt. Dazu wurde die Rolle von Softwarearchitekturen eingeführt und für die Domäne der medizinischen Informatik diskutiert. Es wurden Architekturstile dargestellt, die sich für die Strukturierung typischer Aufgaben eignen. Der schichtenbasierte und der serviceorientierte Architekturstil wurden aus der Literatur abgeleitet und logisch aus idealtypischen Behandlungsprozessen und ihren Aufgaben hergeleitet. MWA wurden in einen medizinischen und einen administrativen Teil aufgegliedert, der jeweils drei Schichten umfasst. Für jede Schicht wurde die adressierte Problemstellung, die Zielsetzung, die verwendete übergreifende Anforderung sowie die Eingabe- und Ausgabeparameter definiert. Für die Dienste, die Funktionalitäten bereitstellen, die auf den Schichten von MWA beschrieben wurden, konnten Constraints für die Bereitstellung herausgearbeitet werden.

Um die heterogenen Bestandsysteme in MWA einzubinden wurde die Adapterschicht geschaffen. Sie kapselt die Komplexität heterogener Primärsysteme hinter universellen Schnittstellen. Um eine innovative Nutzung der bestehenden Daten außerhalb der Primärsysteme zu ermöglichen, wurde die Applikationsschicht, die Daten der Adapterschicht beliebig verarbeiten und anreichern kann, aufgenommen. Hier kann die einheitliche Aufbereitung der Daten für alle Prozessteilnehmer erfolgen. Die Interoperabilitätsschicht überführt die Daten aus der Applikationsschicht in interoperable Datenformate und schafft die Möglichkeit, bestehende Formulare auf Basis übergreifender Standards zu digitalisieren, um sie in verteilten medizinischen Informationssystemen zu verarbeiten. So wird eine zentrale Datenbasis vermieden. Die Autorisierungsschicht stellt sicher, dass die Befugnisse zur Freigabe und Nutzung der Formulardaten geregelt werden. Um in einer MWA ein Geschäftsmodell bereitstellen zu können, wurde eine Steuerungsdatenschicht geschaffen, die personengebundene Patientendaten von solchen Daten zur Qualitätssicherung, Vergütung und Steuerungszwecken trennt. Um zielgerichtete Versorgungsprozesse zu ermöglichen übernimmt die Vermittlungsschicht die Kommunikationssteuerung zwischen den verteilten Prozessteilnehmern. Der Anforderung, wonach übergreifende Sicherheitsverfahren zur Anwendung kommen müssen, wird in der Sicherungsschicht Rechnung getragen, die alle Daten der unteren Schichten mit angemessenen Mechanismen absichert.

Im folgenden Kapitel, Konzeption und Evaluierung, wird jede der vorgestellten Schichten der generischen Architektur für konkrete Anwendungsszenarien instanziiert und auf ihre Eignung hin evaluiert.

## 6 Konzeption und Implementierung

Im der Konzeption und der Implementierung werden die funktionalen Anforderungen aus Kapitel 4 auf die Referenzarchitektur aus Kapitel 5 angewendet und MWA konzipiert und implementiert. Die abstrakte Beschreibung der Architektur wird in der Folge für die drei in den Anforderungen beschriebenen MWA konkret umgesetzt. Jede MWA stellt damit eine Instanz der Architektur dar. Die erste Instanz der Architektur, das elektronische Termin- und Überweisungsmanagement, wird in Gänze dargestellt, um die komplette Implementierung einer MWA zu illustrieren. Die beiden anderen Instanzen, das Management von Hilfsmittelverordnungen und Telemonitoring für chronische HI, werden nur für ausgewählte Schichten umgesetzt. Dabei wurden Komponenten gewählt, die sich grundlegend von denen des elektronischen Termin- und Überweisungsmanagement unterscheiden. Einige Schichten aus der elektronischen Überweisung können vollständig in den anderen beiden MWA verwendet werden, was die Modularität des Ansatzes illustriert.

### 6.1 Methode

Nach (Hevner/March/Park 2004) muss ein Design Artefakt seine Nützlichkeit, Qualität und Effizienz nach rigorosen Kriterien nachweisen. Um die Referenzarchitektur, die das Kernartefakt der Dissertation darstellt, zu evaluieren wird diese für konkrete Szenarien prototypisch implementiert. Die Implementierungen können nach (Hevner/March/Park 2004) weitere Artefakte darstellen, die die Lösung relevanter Probleme ermöglichen. Dazu wird ein Prototyping Ansatz gewählt (Alavi 1984), der die Herausforderungen, die in Kapitel 2 und Kapitel 3 herausgearbeitet wurden, adressiert. Prototypen sind keine voll funktionsfähigen Produkte, sie sollen vielmehr essenzielle Funktionen späterer Produkte demonstrieren (Sprague/Carlson 1982). Ein Prototyp kann in der Folge zu einem voll funktionsfähigen Produkt weiterentwickelt werden, er fokussiert sich dennoch darauf, typische wissenschaftliche Problemstellungen exemplarisch zu adressieren (Alavi 1984).

#### 6.1.1 Modellierung und Implementierung

Es werden für jede Schicht die notwendigen Dienste beschrieben, die zur Umsetzung der Funktionen gebraucht werden und deren Aufrufe dargestellt. Die Web-Services werden teilweise als UML-Komponentendiagramm dargestellt, die Aufrufsequenz der Dienste als Sequenzdiagramm. Im Bedarfsfall werden weitere Diagramme oder Code-Fragmente angeführt, um die interessanten Aspekte der Implementierung aufzuzeigen. Zunächst wird die Testumgebung, bestehend aus den verfügbaren Komponenten der TI, den Primärsystemen und Sensoren eingeführt, um dann darauf basierend die Schichten der Architektur modellieren und implementieren zu können. So soll die Praxistauglichkeit der vorher erarbeiteten Ansätze an einer verfügbaren Testumgebung demonstriert werden.

#### 6.1.2 Evaluierung

Die erzeugten Artefakte dieses Kapitels sind drei MWA, die aus jeweils mehreren MWK bestehen. Die MWK basieren auf der Architektur und den Anforderungen, die im Feld

erhoben wurden. Diese Artefakte müssen im Zuge des gestaltungsorientierten Ansatzes nach (Hevner/March/Park 2004) nachvollziehbar evaluiert werden. Aus den geeigneten Methoden, die hierfür nach verschiedenen Kriterien in einem Katalog zusammengestellt wurden, werden für jede MWA jeweils die Architekturanalyse, die Nutzungsszenarios und funktionale Tests verwendet (Hevner/March/Park 2004). Die Funktionstests werden für die jeweiligen Komponenten durchgeführt, wobei die Funktionen der Schnittstellen evaluiert werden. Die zu evaluierenden Szenarien setzen die Referenzprozesse, die in Kapitel 4 vorgestellt wurden, um. Sie werden auf ihre Durchführbarkeit im Rahmen der vorgestellten MWA hin bewertet. Am Ende wird die Integrationsfähigkeit des Artefakts in die Gesamtarchitektur der TI diskutiert. Dies soll verdeutlichen, wie die Artefakte im Kontext der deutschen Gesundheitstelematik verwendet werden können.

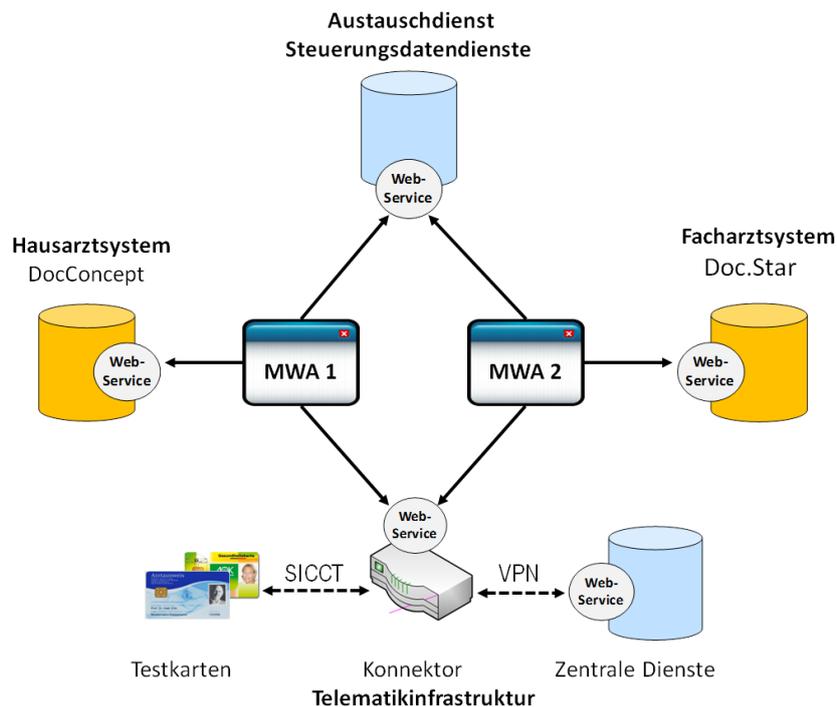
Dabei werden jeweils die folgenden Evaluierungsfragen diskutiert:

1. Erfüllen die Komponenten die Funktionskriterien, die im Rahmen der Architektur und der Anforderungsanalyse herausgearbeitet wurden?
2. Können die wichtigsten Nutzungsszenarios, die im Rahmen der Referenzprozesse beschrieben wurden, mit den MWA erfolgreich durchlaufen werden?
3. Inwiefern ist eine Integration der Artefakte in die zukünftige Architektur der deutschen TI möglich?

Die Reflexion der Implementierung soll Rückschlüsse über Eignung und Vollständigkeit der vorher erarbeiteten Konzepte zulassen und notwendige Veränderungen der TI aufzeigen, die umzusetzen sind, wenn der in der Dissertation vorgestellte Ansatz für die Entwicklung von MWA für das Gesundheitswesen angestrebt wird.

## **6.2 Technische Infrastruktur**

Unter Verwendung verfügbarer Elemente von TI und Primärsystemen, wurde für Implementierung und Evaluierung der MWA eine Testumgebung zusammengestellt. Der Konnektor stellt Basisdienste als Web Services über seine API zur Verfügung. Über die Schnittstellen können die Dienste des Kartenlesers und der Smart Cards verwendet werden (gematik 2009b). Dabei liefert die gematik ein Schema als XSD Datei, die Struktur und Inhalt der Aufrufe der Schnittstellen des Konnektors vorgibt. Eine Beschreibung der Schnittstellen liegt in Form von WSDL Dateien vor, diese können über das Dienstverzeichnis des Konnektors abgerufen werden (gematik 2009b). Der Aufruf der zentralen Dienste wird über einen VPN Tunnel durch den Konnektor vorgenommen, so die Dienste bereits verfügbar sind. Es standen alle von der gematik spezifizierten Chipkarten zur Verfügung. Ferner konnte auf zwei Praxisverwaltungssysteme mit anonymisierten Echtdaten zurückgegriffen werden, die als lokaler Datenspeicher mit Patientendaten fungierten. Ein Kartenleser und die Primärsysteme wurden über ein lokales Netzwerk mit dem Konnektor verbunden. (Abbildung 65). Als zentraler Austauschdienst wurde ein Server des Praxisnetzes verwendet, der im Klinikum Ingolstadt bereitgestellt wurde.



**Abbildung 65 – Testumgebung der TU München**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Der Austauschdienst wurde genutzt, um die Fach- und Mehrwertdienste der gematik zu simulieren, da die meisten zentralen Dienste der gematik zum Zeitpunkt der Entwicklung noch nicht zur Verfügung standen. Die Steuerungsdatendienste wurden ebenfalls auf dem Server des Praxisnetzes bereitgestellt, sie wurden allerdings logisch von den Austauschdiensten getrennt. Die MWA des Senders bereitet Daten aus Primärsystemen auf, verwenden die dezentralen Funktionen des Konnektors zur Signatur und Verschlüsselung und kommunizieren Sie über den zentralen Austauschdienst an die MWA des Empfängers, der die Daten wiederum mit dem Konnektor entschlüsseln, die Signatur verifizieren und die Daten für das Zielsystem aufbereiten konnte. Für die Messung des Gewichts im Rahmen des Telemonitoring wurde eine Bluetooth-Waage als Sensor verwendet, das Gewicht wurde mit einer Patienten-Anwendung ausgelesen und verarbeitet, die auf einem handelsüblichen Personal Computer bereitgestellt wurde.

### 6.2.1 Primärsysteme

Um die Kommunikation von medizinischen Dokumenten von Hausärzten zu Fachärzten zu illustrieren, wurden die zwei gegenwärtig zugelassenen Primärsysteme *ixx.concept*<sup>34</sup> und *doc.Star*<sup>35</sup> gewählt. Dies sind nicht die gängigsten Systeme im Markt (Vgl. Abbildung 14), sie

<sup>34</sup> Informationen über das Praxisverwaltungssystem *ixx.concept* der Firma finden sich auf der Seite:

<http://medatixx.de/praxissoftware/ixxconcept>

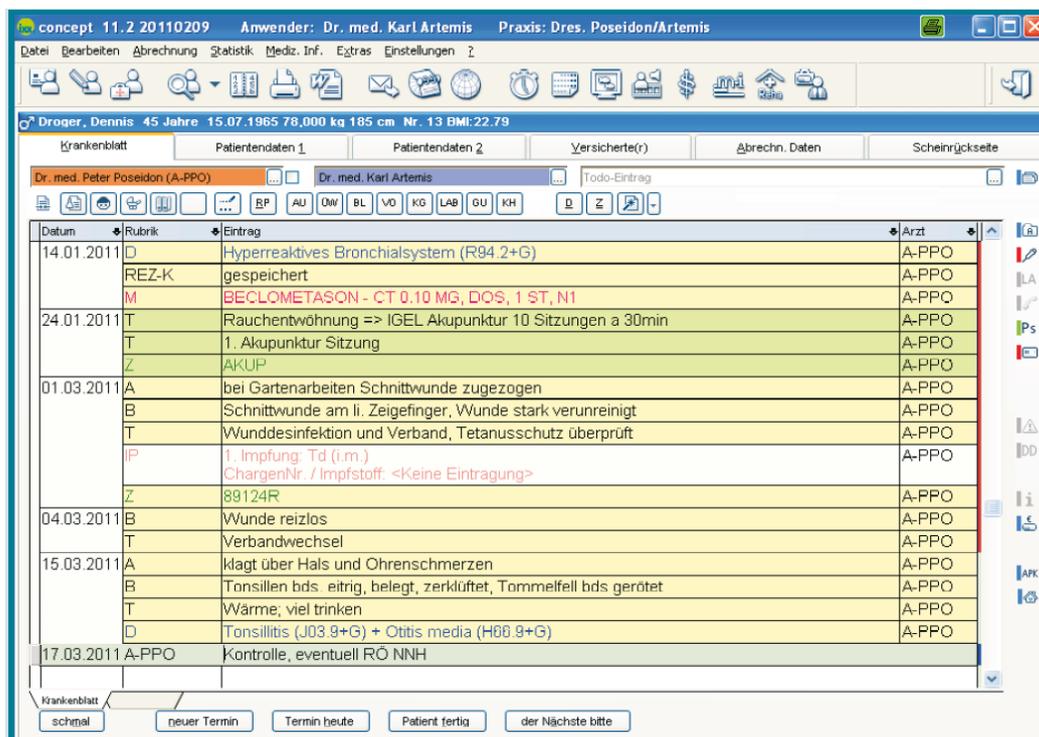
<sup>35</sup> Informationen über das Praxisverwaltungssystem *doc.star* der Firma finden sich auf der Seite:

<http://www.docstar.de/>

standen jedoch zum Testen zur Verfügung. Ferner wurden sie in den kooperierenden Arztpraxen verwendet, wodurch die MWA in Kombination mit den Primärsystemen im Feld vorgestellt, diskutiert und getestet werden konnten.

### 6.2.1.1 AIS - DocConcept

Als Quellsystem für das Auslesen der Daten wurde das Programm `ixx.concept` gewählt. Es war als Testversion verfügbar, zudem konnten 120.000 Behandlungsdatensätze einer Hausarztpraxis aus diesem System zur Verfügung gestellt werden. Das System basiert auf der Visual FoxPro Entwicklungsumgebung, die auch eine Datenbank zur Verfügung stellt. Das System kann von mehreren Ärzten in einer Praxis verwendet werden und greift auf eine zentrale Datenbankinstanz zu. Das System wurde auch als Quellsystem für die Extraktion von Steuerungsdaten verwendet, wie sie im Rahmen der Vergütung von Monitoringleistungen verwendet werden sollten. Das System wird als lokales Programm auf den Rechnern von Ärzten und Helfern installiert, die Datenbank wird auf einem Server betrieben.



**Abbildung 66 – Hausarztssystem ixx.concept**

Quelle: <http://medatixx.de/praxissoftware/ixxconcept/>

### 6.2.1.2 AIS – Doc.Star

Als Zielsystem, in dem elektronische Überweisungen empfangen werden, um diese in die medizinische Dokumentation einzupflegen, wurde das Programm `doc.star` gewählt. Das AIS ist gegenwärtig im Praxisnetz GO In noch nicht weit verbreitet, dennoch wird über den Einsatz bei mehreren Ärzten nachgedacht, da der Vorstand des Praxisnetzes die Software um eigene Funktionen erweitern kann. `Doc.star` dient der Verwaltung von Patientendaten, der

digitalen Abwicklung von Laborproben, der Erstellung von Verordnungen und Arztbriefen, dem Terminmanagement und der Abrechnung der Leistungen mit der KV in Arztpraxen niedergelassener Ärzte. Das System wird vom Praxispersonal über einen Web Browser bedient, die Logik, eine dynamische Internetanwendung auf Basis von Active Server Pages (ASP), läuft auf einem Applikationsserver der Firma Microsoft. Die Daten liegen auf einer relationalen Datenbank, einem SQL-Server. Das System implementiert medizinische Standards im Datenmodell, z.B. ICD-10 oder Pharmaziezentralnummern. Die Datenbank ist gegenwärtig unverschlüsselt, der Zugriff auf die Daten erschließt sich nach eingehender Analyse der angelegten Tabellen durch Reverse Engineering.

The screenshot displays the 'Doc.Star' patient management system interface. The main window title is 'Buchmann, Inge, 09.09.1937 [21]'. The patient's name is 'Inge Buchmann', born '09.09.1937', living at 'Birkenberg 2, 39104 Magdeburg'. Her insurance is 'BKK für Heilberufe - Ost' with status 'Rentner'. The system shows a diagnosis of 'Primär insulinabhängiger Diabetes mellitus [Typ-I-Diabetes] mit g. Hypoinsulinämie nach medizinischen Maßnahmen'. The interface includes tabs for 'Patient', 'Basisdaten', 'Zusatzdaten', 'Abrechnung', 'Cave', 'Scheinverwaltung', and 'Sozialanamnese'. A sidebar on the left contains icons for 'Patientendaten', 'Organisation', and 'Kartekarte'. The bottom of the window has buttons for 'Bearbeiten', 'Speichern', and 'Schließen'.

**Abbildung 67 – Facharztssystem Doc.Star**

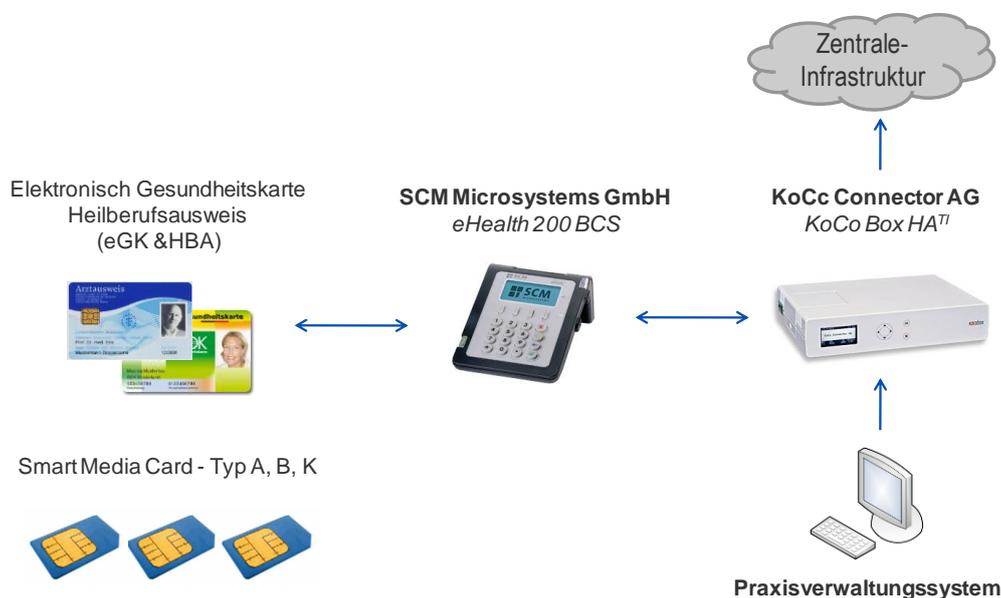
Quelle: [www.docstar.de](http://www.docstar.de)

### 6.2.1.3 Patientenprimärsysteme

Als Patientensysteme sind ePAs, wie HealthVault und VitaX denkbar (Sunyaev/Chornyi 2012), diese Portale zielen auf die Implementierung von Standards, wie HL7 CDA oder CCR, und versuchen die Einbindung von verschiedenen medizinischen Geräten (Steinbrook 2008). Da zum Zeitpunkt der Evaluierung keine dieser Lösungen in vollem Umfang zur Verfügung stand, wurde im Rahmen der Thesis ein einfaches Primärsystem für Patienten entwickelt. Die Anwendung ermöglicht es, Vitaldaten zu erheben und sie an einen Arzt weiterzuleiten. Um die Daten zu signieren wurden die AusweisApp und die SignaturApp verwendet, die im Rahmen der deutschen E-Card Strategie entwickelt wurden (BSI 2012).

## 6.2.2 Komponenten der TI

In der Testumgebung wurden alle dezentralen Komponenten der TI verwendet, damit standen alle Dienste der dezentralen Telematik Tier zur Verfügung (Vgl. Abbildung 19). Als Grundlage für die technische Evaluierung der MWA auf Basis der TI stand ein Konnektor der Firma Koco Connector (Release 4.0.0) zur Verfügung<sup>36</sup> (gematik 2009b). Der Einboxkonnektor ist ein eingebettetes System, das über eine LAN Verbindung mit den Primärsystemen verbunden wird (Abbildung 68). Es können mehrere Kartenleser angeschlossen werden, die über das Secure Interoperable ChipCard Terminal (SICCT) Protokoll angesprochen werden (gematik 2009b). Der Konnektor baut über einen Wide Area Network (WAN) Port eine Verbindung zu den zentralen Diensten der Telematik auf, die Verbindung wird über einen VPN Tunnel gesichert. Als Kartenleser wurde ein von der gematik zugelassenes eGK-Terminal der Firma SCM verwendet, das allerdings durch das Aufspielen einer nicht freigegebenen Firmware auf die Spezifikation 2.8.0 gebracht werden musste (gematik 2009c). Weiterhin konnte auf einen Satz Testkarten der Generation 1 (G1) zurückgegriffen werden, die von der gematik zur Verfügung gestellt wurden. Neben Smart Media Cards (SMC) vom Typ A und B, wurden auch verschiedene HBAs und eGKs genutzt. Alle Smart Cards verfügen über das gleiche Zertifikat, es wurden noch keine personalisierten Karten mit vollständiger Funktionalität ausgegeben. Die ab dem Jahr 2011 verschickten eGKs verfügen noch nicht über Zertifikate, da sie zum gegenwärtigen nicht zur Verschlüsselung verwendet werden. Sie dienen nur zum Auslesen der Versichertenstammdaten.



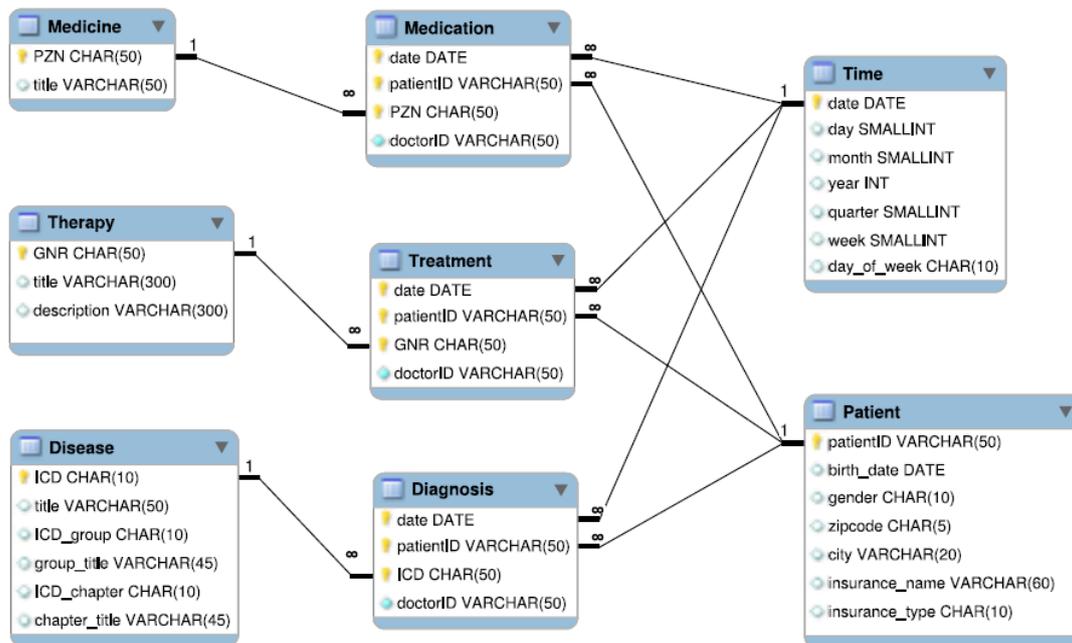
**Abbildung 68 – Testumgebung für MWA**

*Quelle: Eigene Darstellung*

<sup>36</sup> Es wurde netterweise eine Evaluierungsversion der Koco-Box zur Verfügung gestellt, die als Testversion die dezentralen Funktionen der TI zur Verfügung stellt. Die Box kommt im Feld noch nicht zum Einsatz und wird entsprechend erst vertrieben, wenn die Spezifikationen der TI festgeschrieben werden. Informationen zum Konnektor finden sich unter: <http://www.kococonnector.com/produkte/koco-box.html>

### 6.2.3 Komponenten des Praxisnetzes

Das Praxisnetz soll die Integrierten Versorgungsverträge überwachen und Leistungen vergüten, die Netzärzte erbracht haben. Hierzu werden spezielle Steuerungsdaten erfasst, die zur Abrechnung von Versorgungsleistungen, zur übergreifenden Qualitätssicherung und zur Prozesssteuerung dienen. Zu diesem Zweck wurden in zwei studentischen Arbeiten, die im Rahmen des NuSiB Projektes bearbeitet wurden, sowohl ein Interface zur Visualisierung von Steuerungsdaten als auch ein Data Warehouse implementiert (Barnert 2011; Rödel 2012). Die Interfaces für das Praxisnetz wurde auf dem zentralen Server des Klinikums Ingolstadt über einen Web-Server zur Verfügung gestellt. Sie bieten Zugriff auf alle Kennzahlen, die im Rahmen der medizinischen Prozesse von MWA erfasst werden (Vgl. Abbildung 53 und Abbildung 57), in aggregierten und anonymisiert in Tabellen, Grafiken oder virtuellen Karten (Barnert 2011). Die Datenbasis für die Steuerungsdaten bildet das Data Warehouse des Praxisnetzes GO IN. Die medizinischen Daten werden in einer Faktentabelle für anonyme Patientenstammdaten und Dimensionstabellen für zugehörige Arztkonsultationen, Medikation, Verordnungen, Diagnosen, Therapien, Krankenhauseinweisungen, Allergien und Anamnesedaten aufbereitet (Abbildung 69).



**Abbildung 69** – Auszug aus dem Data Warehouse des Praxisnetzes GO IN

Quelle: (Rödel 2012)

Aus den Daten können bspw. Patientenströme anhand von Überweisungen visualisiert, Medikationen und Diagnosen einander zugeordnet und die Verschreibungshäufigkeit verschiedener Medikamente überwacht werden. Zusätzlich zu diesem Data Warehouse existieren noch Tabellen für ärztliche Leistungen, die im Rahmen von Integrierten Versorgungsverträgen erbracht wurden.

### 6.3 Elektronisches Überweisungs- und Terminmanagement

Die Schichten der Architektur für MWA werden nun im Rahmen der Implementierung des Prototyps zum elektronischen Termin- und Überweisungsmanagement instanziiert. Zu diesem Zweck werden die sieben beschriebenen Architekturschichten für die MWA spezifiziert und implementiert, um die Konzepttauglichkeit zu illustrieren. Abbildung 70 zeigt die Facharchitektur des elektronischen Überweisungs- und Terminmanagements. Die Trennung zwischen den medizinischen und den administrativen Abläufen wurde konsequent verfolgt, der Prozess an den gegenwärtigen Aktivitäten der Facharztüberweisung ausgerichtet und auf die persistente Speicherung von Patientendaten verzichtet. Nachdem Daten aus dem AIS ausgelesen werden, können sie in einer MWK für Ärzte fallgerecht aufbereitet, in ein interoperables Format überführt und signiert werden. Die administrative Komponente kann sowohl von Praxishelfern als auch von Patienten bedient werden. Es können Steuerungsdaten aus der Überweisung verwendet, freie Termine angeboten und zugeordnet, ein Empfänger ausgewählt und die Verschlüsselung für die Zielperson vorgenommen werden. Die verschlüsselten Daten werden über den Austauschdienst bereitgestellt, der vom Praxisnetz betrieben wird. Im Zuge des Abrufs der Überweisungsdaten, wird der Überweisungsdatensatz gelöscht. Nur Termindaten verbleiben persistent auf der zentralen Datenbasis. Auf Empfängerseite kann der Termin nach Entschlüsselung angenommen und die Steuerungsdaten ergänzt werden. Über den Konnektor verifiziert die Signatur, bevor die Daten aus der elektronischen Überweisung in die MWK für den Facharzt gelesen werden. Daten können daraufhin über einen Adapter selektiv in das Primärsystem des Facharztes geschrieben werden.

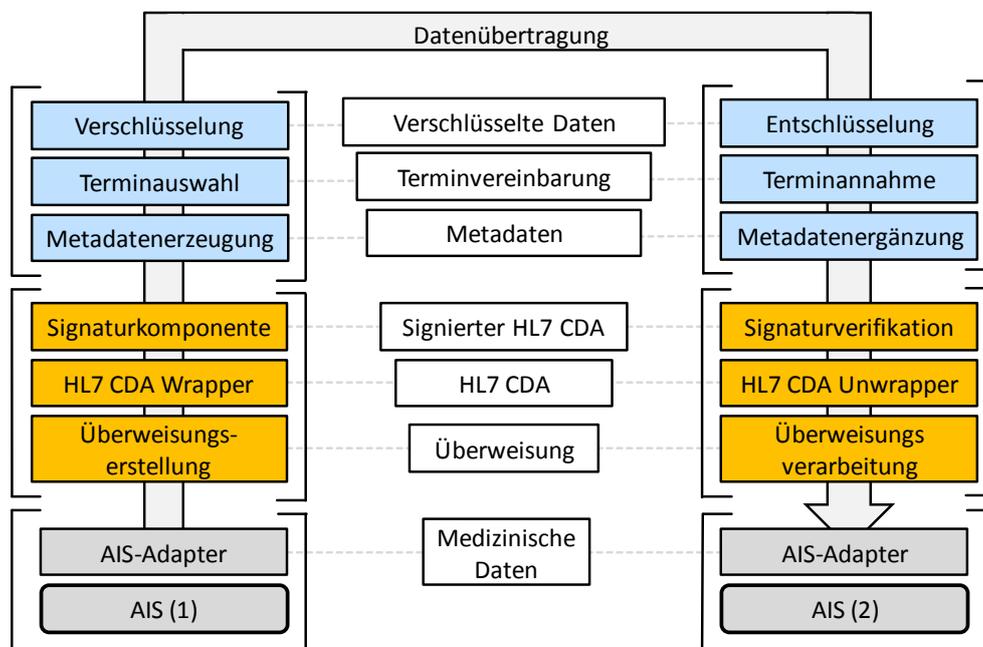


Abbildung 70 – MWA Schichtenarchitektur der elektronischen Überweisung

Quelle: Eigene Darstellung

### 6.3.1 AIS-Adapter

Die Schnittstellen zu den Bestandssystemen gehören nicht zu der eigentlichen Implementierung der MWA, dennoch werden sie hier beschrieben, da bis zum heutigen Zeitpunkt keines der untersuchten PVS eine adäquate Schnittstelle bereitstellt. Um die Anforderung eines durchgehenden Datenflusses ohne redundante Datenerfassung zu realisieren, brauchen MWA Zugriff auf die Daten aus den AIS. Die BDT-Schnittstelle war in den untersuchten Systemen nicht freigeschaltet, daher wurden die Schnittstellen eigenständig programmiert. Die AIS-Adapterschicht stellt im Fall der elektronischen Überweisung den Zugriff auf das Quell- und Zielsystem sicher. Die Daten, die in den Überweisungsträger überführt werden, sollen direkt aus dem Hausarztssystem abgerufen werden können. Nach Übertragung, Empfang und Entschlüsselung der Überweisung sollen die Daten aus dem Dokument selektiv in das Zielsystem des Facharztes übertragen werden. Die Attribute des Eintrags wurden mit medizinischen Terminologiesystemen codiert, um Mehrdeutigkeiten auszuschließen. Für Diagnosen wurde ICD-10 verwendet, die Diagnosen maschinenlesbar und standardisiert codiert. Für die Medikation wurde die PZN gewählt. Weitere Elemente aus den Datenbanken der Primärsysteme wurden als Text zugänglich gemacht. Der AIS-Adapter wurde als Web-Service umgesetzt, um einen einheitlichen Zugriff auf die Systeme zu gewährleisten.

#### 6.3.1.1 Daten Auslesen

Die Qualität der Daten aus den Primärsystemen, die über den Adapter zugänglich gemacht werden können, hängt stark von der Art und Weise der Speicherung in den Datenbanken oder Dateisystemen der Systeme ab. Die Daten im Quellsystem *ixx.concept* sind in einer FoxPro Datenbank gespeichert<sup>37</sup>. Alle medizinischen Daten befinden sich in einer Tabelle mit dem Namen *Kartei.dbf*, die ein textbasiertes Beschreibungsfeld enthält, der eine Spalte mit Kategorienbezeichnung zugeordnet ist. Die Kategorien aus Spalte *cbbsparte* können entsprechend ausgewählt werden, um den zugehörigen Eintrag zu lesen. Diagnosen sind in dieser Spalte mit der Codierung „D“ abgelegt, zusätzlich wird ein Textfeld mit der Diagnosebeschreibung und einem ICD-10 Code dargestellt, der ohne semantische Aufbereitung in das Textfeld integriert ist. Tabelle 28 illustriert die Kodierung der Daten im Datenbanksystem des AIS sowie die Rückgabe des Adapters. Die Daten müssen zunächst eindeutig einem Patienten zugeordnet werden. Im Rahmen der Gesundheitstelematik erhält jeder Patient einen Unique Patient Identifier (UPI), der jedem Patienten eine lebenslang gültige Krankenversicherungsnummer zuordnet (gematik 2009d), mit der er in allen IT-Systemen des Gesundheitswesens eindeutig identifiziert werden kann. Liegt der UPI in den Primärsystemen nicht vor, wird der Patient aus der Patientenkartei des Primärsystems, die im Programm *ixx.concept* in der Tabelle *patkvkq.dbf* gespeichert ist, mit Vorname, Nachname und Geburtsdatum eindeutig identifiziert.

---

<sup>37</sup> Die letzte Version von FoxPro wurde von der Firma Microsoft im Jahr 2007 veröffentlicht. Es handelt sich um eine abgekündigte Programmierumgebung mit einem integrierten Datenbanksystem:

<http://www.msdn.microsoft.com/en-us/vfoxpro/bb190225>

**Tabelle 28 – Datenbankstruktur des AIS und Rückgabe des AIS-Adapters***Quelle: Eigene Darstellung*

CBBSSPARTE	TMODIFY	MDOKUMENTA	CPATIENTENNR
D	20.10.2010	Ausschluss von Demenz (F03+A)	1013146301
D	04.04.2011	Diabetisches Fußsyndrom (E14.74+G)	1013146301

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
-<Diagnosen codeSystemName="ICD10gm2006" codeSystem="1.2.276.0.76.5.311"
languageCode="de-DE" version="TUM_D_V001">
  <Diagnose>
    <Datum>20110404</Datum>
    <Status>Completed</Status>
    <ICD> F03</ICD>
    <Text> Ausschluss von Demenz</Text>
    <Diagnosesicherheit>8</Diagnosesicherheit>
    <DiagnosesicherheitCode>A</DiagnosesicherheitCode>
  </Diagnose>
  <Diagnose>
    <Datum>20101005</Datum>
    <Status>Completed</Status>
    <ICD> E14.74</ICD>
    <Text> Diabetisches Fußsyndrom </Text>
    <Diagnosesicherheit>8</Diagnosesicherheit>
    <DiagnosesicherheitCode>G</DiagnosesicherheitCode>
  </Diagnose>
</Diagnosen>

```

Die Einträge können dann über den Abgleich mit dem Fremdschlüssel in der Tabelle mit den medizinischen Daten über die Spalte *cpatientennr* zugeordnet und abgerufen werden. Auf die FoxPro Datenbank der Quellsystems kann über den OLE DB Driver<sup>38</sup> der Firma Microsoft über die Structured Query Language (SQL) zugegriffen werden. Zu diesem Zweck wurde der Web Service *DocConceptConnector* implementiert, der den Zugriff auf das AIS zur Verfügung stellt. Der Web-Service implementiert die Schnittstellen *getPatients*, *getPatientData* und *getMedicalData*, mit denen Patientendaten aus dem Primärsystem im XML Format ausgelesen werden können.

Im ersten Schritt muss der richtige Patient ausgewählt werden, was über eine Auswahl einer Liste von Patienten geschieht, die über den Nachnamen oder Teile des Nachnamens erfolgt. In der Folge wird der Rückgabewert der Schnittstelle mit dem *getPatients* Argument „*Mus*“ dargestellt.

<sup>38</sup> Vgl. Informationen auf: <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=14839>, zugegriffen am: 15.05.2012

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <Patientnames>
    <Patientname>Musterfrau, Waltraud - 18011955; (PatNr: 078713517000)</Patientname>
    <Patientname>Mustermann, Maximiliane - 19111924; (PatNr: 1013146301)</Patientname>
    <Patientname>Muster, Richard - 17081984; (PatNr: 7014114017)</Patientname>
  </Patientnames>
```

Der ausgewählte Patient kann nun über die interne Patientenummer des Primärsystems eindeutig identifiziert werden. Über die Schnittstelle *getPatientData* können dann weitere Patientendetails abgerufen werden. Wählt man die Patientin „Mustermann“, so erhält man für die Patientin Details zur Anschrift und die Versichertendaten in der folgenden Struktur:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <Patientdetails>
    <city>Ingolstadt</city>
    <zip>85055</zip>
    <street>Mustergasse 4</street>
    <insurance>Audi BKK</insurance>
    <insuranceCode>63701</insuranceCode>
  </Patientdetails>
```

Um die medizinischen Daten, als Beispiel werden in diesem Fall Diagnosen und Medikation gewählt, einheitlich als XML nach standardisierter ICD-Kodierung aufzubereiten, müssen die Daten in ein übergreifendes Format gebracht werden, das von der Schnittstelle zurückgegeben wird. Die XML Aufbereitung wird in einer separaten Komponente von dem Zugriff auf das Primärsystem getrennt, um Anbietern von AIS diese Funktionalität anzubieten, ohne sie jeweils eigenständig implementieren zu müssen. Dazu wurden die Komponenten *unifyDiagnosis* und *unifyMedication* implementiert, die Rückgabewerte der Schnittstelle *getMedicalData* nach einer LOINC Formatierung aufbereiten, wie in Tabelle 28 und Tabelle 29 dargestellt wird.

Der Rückgabewert des AIS-Zugriffsdienstes besteht nur aus einem ICD-Code und dem Datum, an dem dieser gespeichert oder modifiziert wurde. Ein ähnliches Vorgehen wurde für die Medikation gewählt, um die Maschinenlesbarkeit sicherzustellen und ein übergreifendes Format zu gewährleisten. Damit wird der funktionalen Anforderung Rechnung getragen (vgl. Tabelle 15), wonach Diagnosen und Medikation einem einheitlichen Dokumentationsschema folgen. Um den Herstellern langfristig die Aufbereitung ihrer Daten zu erleichtern, müssen sie nur eine Komponente zur Verfügung stellen, die Rohdaten aus dem AIS ausliest. Erfolgt die Rückgabe in einem einheitlichen Format, kann der Adapter wiederverwendet werden, um einen einheitlichen Zugang zu allen AIS sicherzustellen.

**Tabelle 29 - Datenbankstruktur des AIS und Rückgabe des AIS-Adapters***Quelle: Eigene Darstellung*

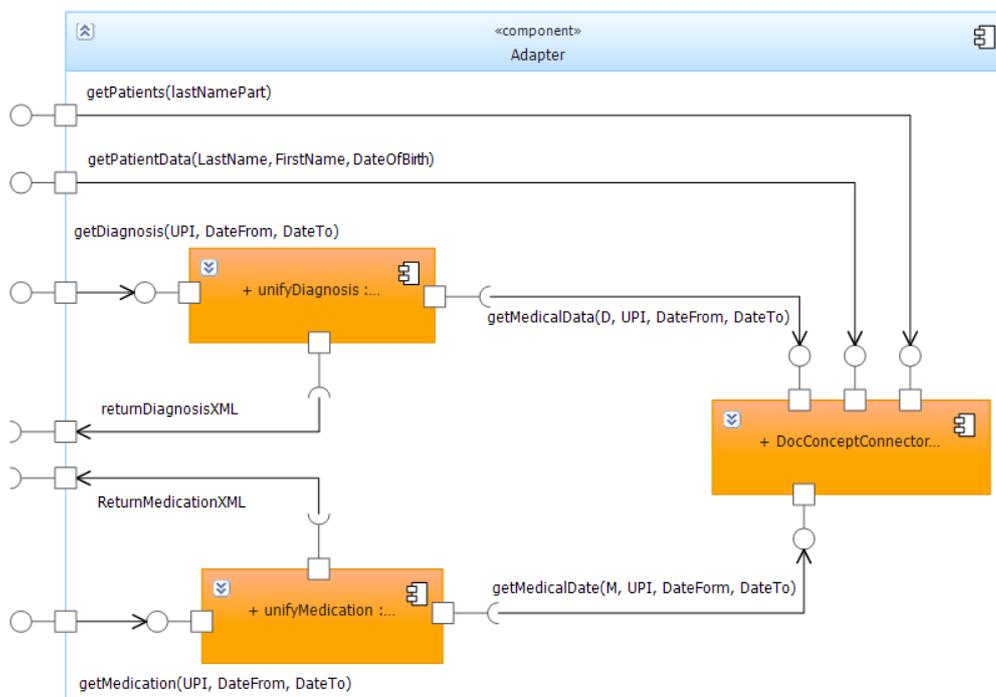
CBBSSPARTE	TMODIFY	MDOKUMENTA	CPATIENTENNR
M	19.12.2007	ACC AKUT 600, BTA, 10 ST, N1 (1x1)	1013146301
M	30.11.2009	DECODERM TRI, CRE, 25 G, N1 (2xtätlich)	1013146301

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
< medications codeSystem="1.2.276.0.76.4.6" codeSystemName="Pharmazentralnummer">
  < medication code="434224" displayName="ACC Akkut 600" >
    <translation code="R05CB01 " codeSystem="1.2.276.0.76.5.320" codeSystemName="ATC GM 2007"/>
    <translation code=""
      codeSystem="1.2.276.0.76.5.305" codeSystemName="IDMACS"/>
  </ medication >
  < medication code="3012038" displayName="Decoderm TRI">
    <translation code=" D07XB03" codeSystem="1.2.276.0.76.5.320" codeSystemName="ATC GM 2007"/>
    <translation code=""
      codeSystem="1.2.276.0.76.5.305" codeSystemName="IDMACS"/>
  </ medication >
</ medications>

```

Abbildung 71 zeigt eine umfassende Darstellung des Adapters zum Lesen von Bestandsdaten aus dem AIS als UML-Komponentendiagramm.

**Abbildung 71 – Komponentendarstellung der Adapterschicht***Quelle: Eigene Darstellung*

Die Adapterkomponente kann um weitere Schnittstellen ergänzt werden, wenn auch Laborbefunde, Allergien oder Befunde vereinheitlicht werden müssen. Die Komponente zur Vereinheitlichung der Daten aus dem Primärsystem muss dann ein weiteres medizinisches Terminologiesystem implementieren, wenn nicht nur Textfelder dargestellt werden sollen.

### 6.3.1.2 Daten Schreiben

Der Adapter zum Schreiben der Daten aus der MWA in ein AIS, im vorliegenden Fall das System doc.star, wurde analog zur Lesekomponente implementiert. Das Zielsystem verfügt über eine relationale Datenbank, einen SQL Server, in den die Daten selektiv geschrieben werden. Der Ablauf des Schreibens erfolgt in analoger Weise, wie beim Lesen aus dem Quellsystem. Das Datenbankmodell muss durch Reverse Engineering ermittelt werden, da im Regelfall keine öffentlich verfügbare Dokumentation der Implementierung von Primärsystemen vorliegt. Zum Schreiben von Arzneimitteln muss entsprechend die richtige Tabelle identifiziert werden, die Medikationen enthält, um dort einen Eintrag zu erstellen. Der Eintrag muss dabei wieder dem richtigen Patienten zugeordnet werden. Es wird hier davon ausgegangen, dass die Stammdaten des Patienten schon vorhanden sind, wenn ein Arzt eine Überweisung verarbeitet, da Patienten in der Regel vor der Konsultation mit einem Arzt am Empfang aufgenommen werden. Dennoch kann auch eine Schnittstelle zum Anlegen eines neuen Patienten erstellt werden.

In der Datenbank des Zielsystems Doc.star wurden die Tabellen *patient1*, *Address\_Patient1*, *Addresses1* und *Med\_Fremdmedikationen1* als relevant identifiziert, um eine Medikation einzufügen, die in einer externen Praxis verordnet wurde (Abbildung 72).

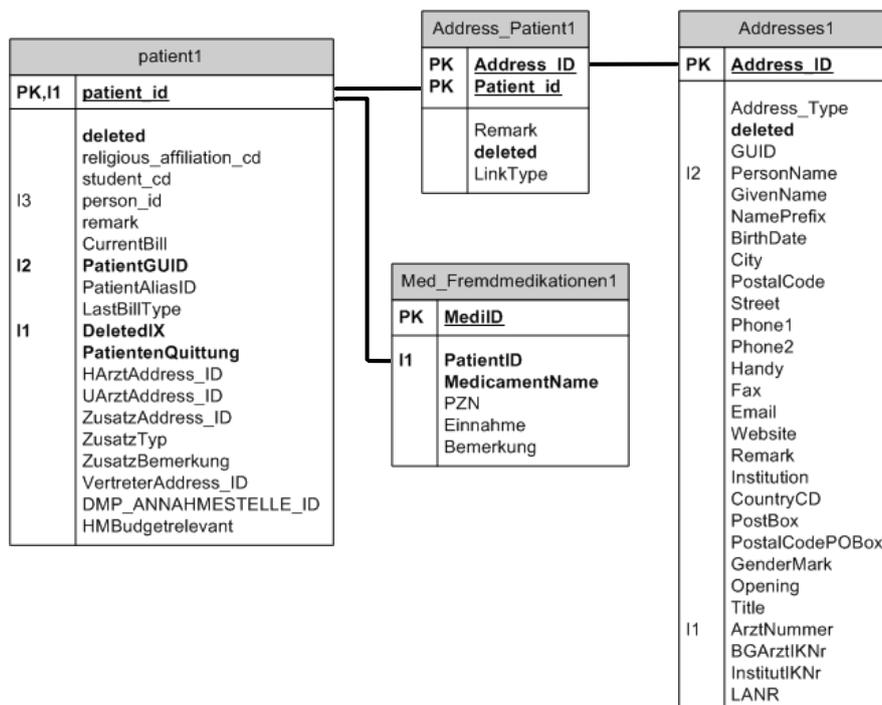


Abbildung 72 – Datenbankstruktur des Zielsystems

Quelle: Eigene Darstellung

Die Adapterkomponente muss für das Zielsystem erweitert werden, indem eine weitere Zugriffskomponente eingefügt wird. Der Zugriff auf die Datenbank erfolgt über die Komponente *DocStarConnector*, der die Patientenauswahl analog zum Abruf der Daten ermöglicht, um die *patient\_ID* zu erhalten.

```
SELECT      patient_ID
FROM        patient1 p, Addresses1 a, Address_Patient1 ap
WHERE       ap.patient_id = p.patient_id
AND        ap.address_id = a.address_id
AND        a.PersonName = "Mustermann"
AND        a.GivenName = "Maximiliane";
```

Die Schnittstelle *insertMedication* wird in die Komponente eingefügt, die mit der ID eines Patienten, einer PZN Nummer und einer optionalen Bemerkung einen Eintrag für eine empfangene Fremdmedikation vornimmt. Der Eintrag erfolgt über den folgenden SQL Befehl, der in der Adapterkomponente implementiert wurde:

```
INSERT INTO Med_Fremdmedikationen1 (PatientID, MedicamentName, PZN, Einnahme, Bemerkung)
VALUES (16875, 'ACC AKUT 600, BTA, 10 ST, N1', 3294717, '1x1', '')
```

Eine übergreifende Benennung von Arzneimitteln umfasst im deutschen Gesundheitswesen die PZN. Diese wird für jedes zur Verschreibung und zum Verkauf zugelassene Medikament einzeln vergeben und ist hier ausreichend, um das Präparat eindeutig zu identifizieren (vgl. Kapitel 3.2.5.3).

Die Adapterkomponenten für AIS, speziell für PVS in ambulanten Arztpraxen, erfordert ein hohes Maß an Kenntnis der Bestandsysteme. Eine einheitliche Schnittstelle, die für alle Systeme genormt ist und Standards medizinischer Datenhaltung, bspw. dem LOINC Format, folgt, würde den Aufwand für die Implementierung von MWA nachhaltig verringern. Gegenwärtig hängen die Datenbankstrukturen der AIS sehr stark von der Modellierung durch den Hersteller ab. Auch die verwendeten Technologien variieren stark, was die Optionen zur Programmierung der Adapterkomponenten stark einschränkt.

### 6.3.2 Überweisungserstellung

Die Facharztüberweisung enthält medizinische Informationen, die vom Hausarzt auf das Formular gedruckt oder geschrieben werden. Während die papierbasierte Überweisung nicht maschinenlesbar und auf die Größe DIN A5 beschränkt ist, können in einer elektronischen Überweisung die Vorteile elektronischer Datenverarbeitung genutzt werden. Die Felder der elektronischen Überweisung bilden eine beliebige Übermenge der derzeit verwendeten Papierformulare. Die Selektion der medizinischen Daten nach fallbezogenen Kriterien kann mit beliebigen digitalen Elementen versehen werden, um die Krankengeschichte des Patienten

adäquat wiederzugeben. Der Mehrwert der Applikation liegt folglich in der fachbezogenen Selektion von medizinischen Daten und deren digitaler Aufbereitung. Die einfache Extraktion der Daten aus den Quellsystemen und Wiederverwendung der Daten in den Zielsystemen, die durch den Aufruf des AIS-Adapters ermöglicht wird, kann damit zum Abbau von Informationsasymmetrien beitragen. Dies wird als eine wichtige Aufgabe in der Medizin angesehen, um Fehlbehandlungen vorzubeugen (Shekelle/Morton/Keeler 2006).

Für die Implementierung der Überweisungskomponente, die eine Benutzerschnittstelle für Ärzte enthält, wurde eine ASP.NET Anwendung konzipiert<sup>39</sup>. Die Komponente läuft in einem Web Server, der innerhalb der Praxis oder auf einem externen Server betrieben wird, und kann folglich von mehreren Ärzten über einen Browser genutzt werden. Die serverseitige Anwendung wurde in C# programmiert (Abbildung 73).

**GO IN - MEHRWERTANWENDUNGEN FÜR ÄRZTE** [ Log In ]

Startseite | Einstellungen | Anamnese | Arztbrief | Patientenakte | Überweisung | Verordnung | Statistiken

Nachname: Mustermann | Vorname: Maximiliane | Geburtsdatum: 19.11.1924 | eGK einlesen | Patienten suchen

### Überweisung

Patienteninformation

Strasse: Mustergasse 4 | Postleitzahl: 85055 | Ort: Ingolstadt | Daten ausfüllen

Krankenkasse: Audi BKK | Versicherten Nummer: 1013146301 | Kassen-Nr.: 63701

Kurativ |  Präventiv |  Sonst. Hilfen |  Belegärztliche Behandlung  
 Auftragsleistung |  Konsiliarunters. |  Mit-/Weiterbehandlung

AU bis: 24.04.2012

Überweisung an: Diabetologe

Medizinische Daten: Laborwerte | ab dem: | Daten Auswählen

Liste Medizinischer Daten

Kategorie	Eintrag	Datum	
D	Ausschluss von Demenz (F03+A)	10/20/2010	<a href="#">Entfernen</a>
D	Diabetisches Fußsyndrom (E14.74+G)	10/20/2010	<a href="#">Entfernen</a>
M	ACC AKUT 600, BTA, 10 ST, N1 (1x1)	12/19/2007	<a href="#">Entfernen</a>
M	DECODERM TRI, CRE, 25 G, N1 (2xtäglich)	11/30/2009	<a href="#">Entfernen</a>
B	1,55cm,72 kg, seit 1986 diabetes	11/30/2009	<a href="#">Entfernen</a>
LABOR	BZ : Praxis : 298 mg / dl ( 8.00 letzte Mahlzeit ) BZ : Pat. Gerät : 286 mg / dl	07/25/2008	<a href="#">Entfernen</a>

1

Erstellen | Signieren | Kalender

**Abbildung 73 – Anwendungsschicht der Elektronischen Überweisung**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2011c)

<sup>39</sup> ASP.NET ist ein Framework für Web Applikationen, der die Entwicklung von Internetanwendungen und Web Services unterstützt. Die Implementierung der serverseitigen Komponenten erfolgt über objektorientierte Sprachen wie C#. Vgl.: <http://www.asp.net/>, zugegriffen am 01.05.2012

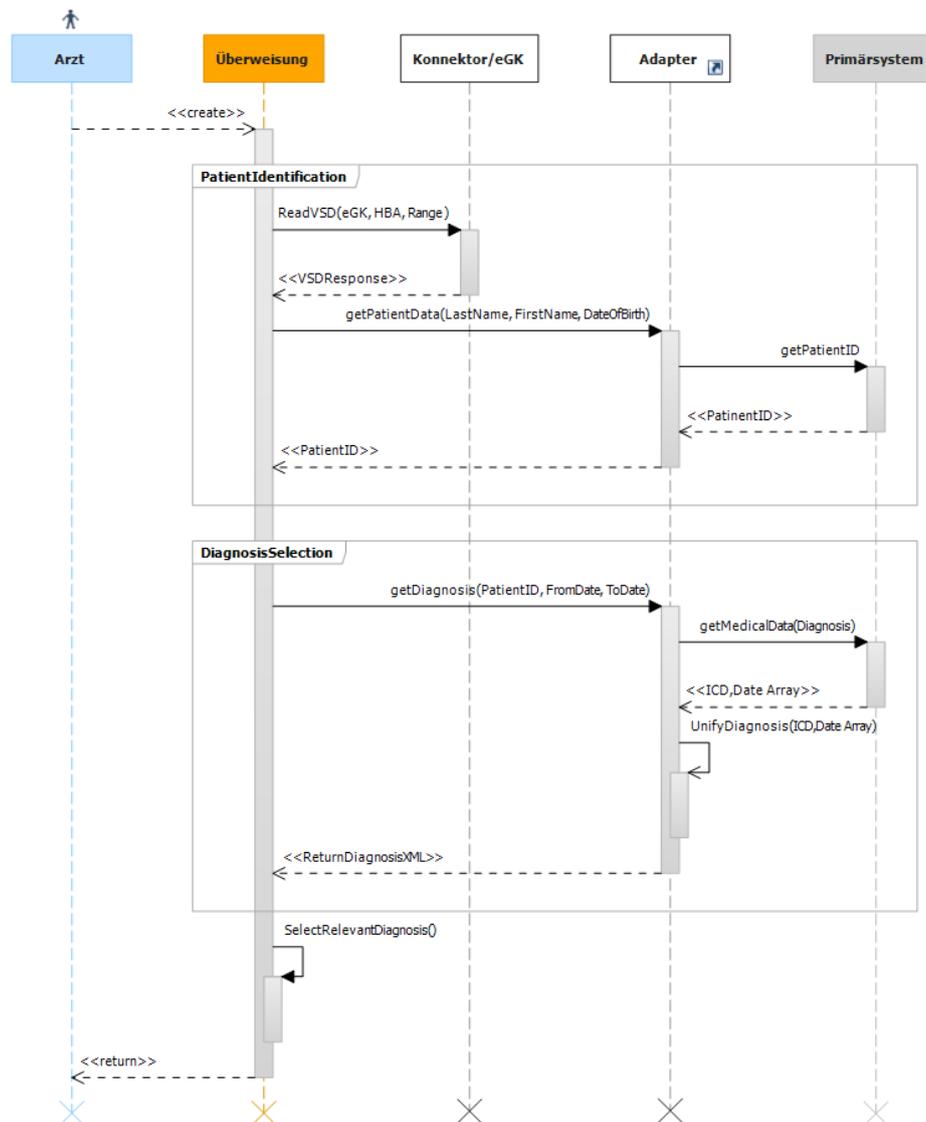
Es wurde eine Obermenge der Daten der papierbasierten Überweisung implementiert, wobei alle Teile des Datenmodells aus Abbildung 48 aufgenommen wurden, abgesehen von den administrativen Daten, die nur im Rahmen der Terminvereinbarung verwendet werden. Die Identifikation des Patienten in der elektronischen Überweisung kann entweder über die aktuell gesteckte eGK oder aus dem Primärsystem erfolgen. Wird die eGK gewählt, um die Patientenstammdaten auszulesen, können die Daten über den Versichertenstammdatendienst des Konnektor abgerufen werden (gematik 2008g). Hierzu steht die Schnittstelle *readVSD* zur Verfügung. Besitzt der Versicherte noch keine eGK, so können auch die Daten der Krankenversichertenkarte (KVK) über die Schnittstelle *readKVK* verwendet werden<sup>40</sup>. Erfolgt die Auswahl aus dem Primärsystem, kann der Arzt über eine Asynchronous JavaScript and XML (AJAX) Komponente die Adapterschnittstelle *getPatients* ansprechen. Es wird eine Liste aller Patienten angezeigt, die den Nachnamen führen, der als Argument an die Adapterschnittstelle übergeben wurde. Wird ein Patient ausgewählt, erfolgt der Abruf der Versichertendaten und der *PatientenID* aus dem Primärsystem über die Adapterkomponente. Die Versichertendaten können dann über die interne Patientenkenung des Systems abgerufen werden. Die übrigen Felder, die in einer Überweisung enthalten sein müssen, können durch den Arzt manuell erfasst werden. Die medizinischen Daten werden über die Adapterschnittstellen für medizinische Daten abgerufen, etwa *getDiagnosis* zum Abruf für Diagnosen, die nach dem LOINC Standard aufbereitet sind.

Die in Abbildung 73 dargestellte Überweisung zeigt einen Überweisungsträger einer Patientin mit Diabetischem Fußsyndrom an einen Diabetologe. Es wurde zusätzlich die Medikation erfasst, Demenz ausgeschlossen, der Befund, seit wann die Patientin unter Diabetes leidet, eingefügt und der Laborwert einer Blutzuckermessung angefügt. So soll der Diabetologe ein fallbezogenes Krankheitsbild erhalten. Die Versichertenstammdaten wurden ebenso auf dem elektronischen Überweisungsträger erfasst, wie die übrigen Pflichtfelder. Hier wird eine kurative Mit-/ und Weiterbehandlung verordnet, eine Arbeitsunfähigkeit liegt ebenfalls vor. Weitere Felder sind denkbar, um das Überweisungsformular detaillierter zu gestalten. Die Laborwerte und der Befund sind gegenwärtig nur als Strings aufbereitet, da es keinen Standard für die Speicherung in den Primärsystemen gibt, die eine Aufbereitung erlauben. Für Hämoglobin wurden zwar ein HL7 CDA Standard formuliert (VHitG 2007), Die Datenbestände in den Textfeldern des Primärsystems waren jedoch manuell erfasst und so heterogen, dass eine automatisierte Aufbereitung zu fehleranfällig war.

Abbildung 74 zeigt die Abfolge der Schnittstellenaufrufe des Adapters durch die Überweisungskomponente in einem Sequenzdiagramm nach (Balzert 2000). Hier wird die Variante unter Einbindung der eGK illustriert. Dabei werden zwei Fragmente zur Wiederverwendung zusammengefasst. Die Patientenidentifikation kann in beliebigen Anwendungskomponenten verwendet werden, um einen Patienten von der eGK zu identifizieren und aus dem angeschlossenen AIS die interne Patientenidentifikation abzurufen. So kann im zweiten Fragment eine Diagnose aus dem Primärsystem abgerufen werden.

---

<sup>40</sup> Eine detaillierte Schnittstellenbeschreibung des VSDM in finden sich in den Spezifikationen der gematik. Vgl.: [http://www.gematik.de/cms/de/spezifikation/spezifikation\\_1.jsp](http://www.gematik.de/cms/de/spezifikation/spezifikation_1.jsp), zugegriffen am 02.05.2012



**Abbildung 74 – Sequenzdiagramm der Überweisungserstellung**

*Quelle: Eigene Darstellung*

### 6.3.3 HL7 CDA Wrapper

Im Falle der elektronischen Überweisung muss das AIS des Empfängers die Daten fehlerfrei verarbeiten können und der Nutzer des Informationssystems die Inhalte im Sinne des Absenders interpretieren. Da die Systemlandschaft im Gesundheitswesen hoch fragmentiert ist (KBV 2011), kann ein standardisiertes Dokument die Fehlerquote und den Entwicklungsaufwand für die Weiterverarbeitung der Daten reduzieren. Als interoperables Austauschformat wurde zu diesem Zweck ein einheitlicher Überweisungsträger auf Basis der HL7 Version 2, CDA konzipiert, das auf dem elektronischen Arztbrief des Verbands der Hersteller von IT-Lösungen für das Gesundheitswesen basiert (VHitG 2006). Es wurde auf ein etabliertes Format zurückgegriffen, um die Wiederverwendbarkeit bestehender Softwarekomponenten zu ermöglichen. Die Daten werden in die interoperable Datenstruktur

verpackt, die zusätzlich zu den im Arztbrief definierten Elementen, alle Datenfelder bereitstellt, die auch bei der papierbasierten Überweisung verwendet werden. Mit Hilfe eines übergreifenden Stylesheets wird sichergestellt, dass alle Nutzer des Dokuments denselben visuellen Eindruck haben. Es können weitere Elemente hinzugefügt werden, die auf den Papierformularen zurzeit nicht vorgesehen oder verwendbar sind, z.B. Anamnese- oder Bilddokumente (Abbildung 75).

### 6.3.3.1 Das Überweisungsformular

Der Überweisungsträger enthält sowohl CDA Level 2 Daten, die der Visualisierung dienen und über HTML in das XML Formular eingebunden werden als auch CDA Level 3 Daten, die die Maschinenlesbarkeit der Daten gewährleisten sollen. Dieser Ansatz wird in den Spezifikationen der VHitG verfolgt (VHitG 2006). Eine einheitliche Visualisierung über ein Stylesheet könnte die Daten zur Visualisierung überflüssig machen. Ist das Stylesheet im Browser allerdings nicht verfügbar, kann dies Probleme bei der Lesbarkeit des XML Dokuments nach sich ziehen, wenn das Verständnis für die Aufbereitung der Inhalte fehlt. Abbildung 75 ist eine Erweiterung des elektronischen Arztbriefs, das alle Elemente des Datenmodells aus Abbildung 48 in den elektronischen Arztbrief einbindet.

Patient:	<b>Maximilian Mustermann</b>	Patient-Nr.:	1013146301
Kontakt:	Mustergasse 4 85055 Ingolstadt		
geb.:	19. November 1924	Geschlecht:	weiblich
Weiterbehandelnder Arzt:		Erzeugt am:	27. April 2012
	Fax: (Arbeitsplatz)		

Überweisungsdaten	
Beschreibung	Daten
Quartal:	02-2012
Art der Überweisung:	Kurativ
Arbeitsunfähig bis:	24.04.2012
Überweisung an:	Diabetologe
Art des Auftrages:	Mit-/Weiterbehandlung
Auftrag:	Einsetzen der Medikation

Diagnose	ICD Code	Lokalisation	Zusatz
Ausschluss von Demenz	F03	--	A
Diabetisches Fußsyndrom	E14.74	R	G

Therapien
ACC AKUT 600, BTA, 10 ST, N1 (1x1)
DECODERM TRI, CRE, 25 G, N1 (2xtäglich)

Laborwerte
BZ : Praxis : 298 mg / dl ( 8.00 letzte Mahlzeit ) BZ : Pat. Gerät : 286

<b>Autor:</b>	Dr. med. Siegfried Jedamzi Oberer Grasweg 45 85055 Ingolstadt Tel: 0841.956161 (Arbeitsplatz) Fax: 0841.956162 (Arbeitsplatz)
<b>Unterzeichnet:</b>	am 27. April 2012

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="tum-cda-ueberweisung.xsl"?>
<ClinicalDocument xmlns="urn:h17-org:v3" xmlns:sciphox="urn:sciphox-org/sciphox"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="urn:h17-org:v3 CDA.xsd">
<typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extensions="POCD_HD000040"/>
<id extension="60249,85928" root="1.2.276.0.58.1"/>
<code code="11492-6" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" displayName="Ueberweisung"/>
<title>Überweisungs-/Abrechnungsformular (06-4)</title>
<effectiveTime value="201104042352"/>
<confidentialityCode code="N" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25"/>
<languageCode code="de-DE"/>
<setId extension="D2" root="2.16.840.1.113883.3.933"/>
<versionNumber value="1"/>
<recordTarget>
<!-- Patienten-Daten -->
<patientRole>
<id extension="0171748004" root="2.16.840.1.113883.3.933"/>
<addr>
<streetName>Mustergasse</streetName>
<houseNumber>4</houseNumber>
<postalCode>85055</postalCode>
<city>XXXXX</city>
</addr>
<patient>
<name>
<given>Maximiliane</given>
<family>Mustermann</family>
</name>
<administrativeGenderCode code="F" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.1"/>
<birthTime value="19241119"/>
</patient>
<providerOrganization>
<telecom use="WP" value="tel:"/>

```

Abbildung 75 – Überweisungsträger auf Basis HL7 V2, CDA Level 3

Quelle: (Dünnebeil et al. 2011c)

Die Codierung von Diagnosen, Medikation und Laborwerten orientiert sich, wie in den Anforderungen gefordert, an Standards. Befunde hingegen, können frei eingefügt werden. Die visuelle Aufbereitung zeigt die Daten des erstellenden Arztes, des Patienten und des Kostenträgers an. Diese Daten werden über den HL7 Header in das Dokument eingebunden.

Die Überweisungsdaten werden als eine eigene CDA Komponente in das Dokument eingebunden, diese ist bisher keinem Standard unterworfen, da diese Daten nicht Teil von LOINC oder Snomed sind (Benson 2010).

### 6.3.3.2 Überweisungserstellung

Um die Daten aus der Überweisung in das einheitliche Format zu überführen, wurde die Komponente *HL7CDAWrapper* implementiert. Sie folgt dem in Kapitel 3.2.6.3 vorgestellten Konventionen. Die Stammdaten des Arztes und des Versicherten werden aus der Überweisungskomponente in den HL7 Header überführt. Dazu sieht HL7 CDA verschiedene Rollen vor. Der Patient wird als *recordTarget* definiert, der Arzt, der das Dokument erstellt, nimmt die Rolle *author* ein. Die Krankenversicherung des Patienten wird in der Rolle *participant* eingefügt. Die Komponente stellt die Schnittstellen *insertRole* zur Verfügung, über die Personen mit verschiedenen Rollen eingefügt werden können. Rollen werden jeweils im Rahmen einer Organisation ausgeübt. Einer Rolle kann in dem resultierenden HL7 Dokument über die Schnittstelle *insertOrganisation* eine Organisation zugewiesen werden (Boone 2011), der wiederum über die Schnittstelle *insertAddress* eine Adresse zugeordnet wird. Der Arzt, der zum Zeitpunkt der Erstellung des Dokuments einer Praxis angehört, erhält die Organisation *representedOrganisation*. Die Krankenkasse wird in den Dokumenten der VHitG als *scoipngOrganization* eingefügt (VHitG 2006). Die Organisation der Rolle *author* ist im Regelfall die Arztpraxis. Einem Patienten wird nur in Ausnahmefällen eine Organisation zugeordnet, etwa wenn Patienten in einem Pflegeheim untergebracht sind. Die Schachtelung der Informationen in einem HL7 Header ist in der Folge dargestellt:

```
<author>
  <!-- author -->
  <time value="20110404"/>
  <assignedAuthor>
    <id extension="9812345" root="2.16.840.1.113883.3.933"/>
    <assignedPerson>
      <name>
        <prefix>Dr. med.</prefix>
        <given>Siegfried</given>
        <family>Jedamzik</family>
      </name>
    </assignedPerson>
    <representedOrganization>
      <name>Hausarztpraxis Dr. Jedamzik</name>
      <telecom use="WP" value="tel:0841.956161"/>
      <telecom use="WP" value="fax:0841.956162"/>
      <addr>
        <streetName>Oberer Grasweg</streetName>
        <houseNumber>45</houseNumber>
        <postalCode>85055</postalCode>
        <city>Ingolstadt</city>
      </addr>
    </representedOrganization>
  </assignedAuthor>
</author>
```

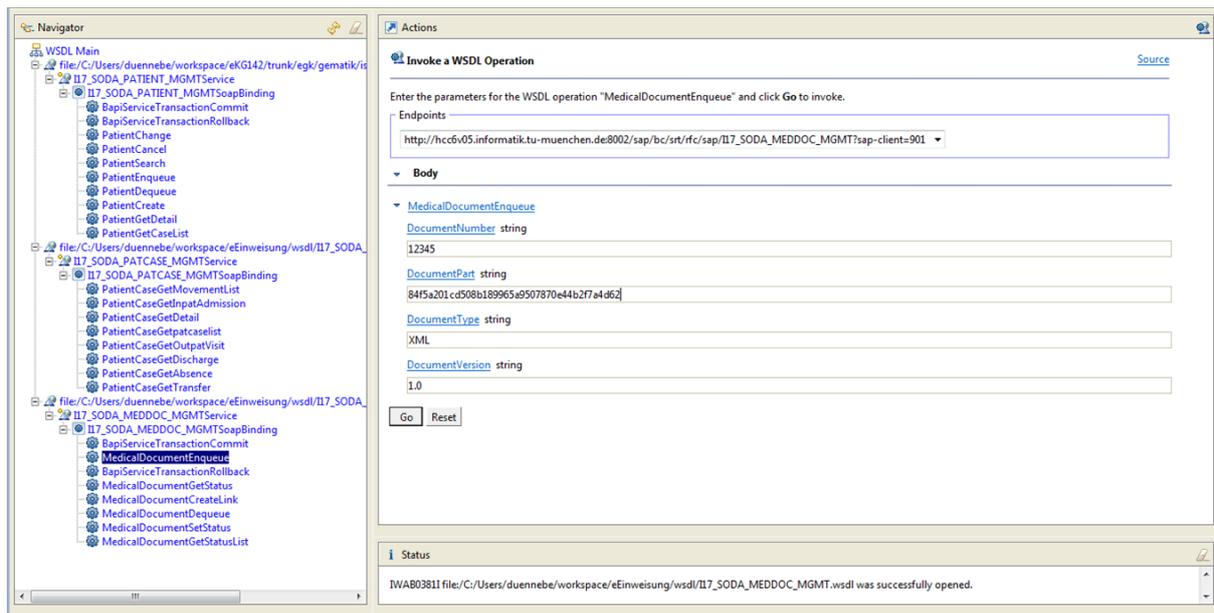
Dargestellt sind administrativen Daten, die über die Adapterkomponente aus dem Primärsystem abgerufen, in der Überweisungskomponente aufbereitet und mit Überweisungsdetails erweitert wurden. Über die Schnittstelle *insertReferralData* werden die notwendigen Daten des Überweisungsträgers eingefügt, die für Abrechnungszwecke definiert werden müssen. Die medizinischen Daten werden über die Schnittstelle *insertDiagnosis*, *insertMedication*, *insertObservation* angefügt. Die Strukturierung der CDA Komponenten kann entweder schon in der Adapterkomponente erfolgen oder erst später in der Interoperabilitätskomponente. Im vorliegenden Fall konnten die LOINC-Komponenten aus dem Adapter verwendet werden, sie wurden verbunden und als CDA Komponente eingebaut.

### 6.3.3.3 Einlösung der Überweisung

Um die Überweisung auf der Facharztseite zu verwenden und sie als Abrechnungsgrundlage zu verwenden, muss der weiterbehandelnde Arzt nachweisen, dass er die Überweisung erhält. Er fügt dann seine Stammdaten in der Rolle *intendedRecipient* und die Daten der Organisation, der er im Rahmen der Behandlung angehört, als *receivedOrganization* ein. Das Dokument kann später in dieser Form signiert werden, damit enthält es sowohl die Signatur des Hausarztes als auch des Facharztes. Sollen die Krankenkassen nicht in Besitz der medizinischen Daten gelangen, die in die Überweisung eingefügt wurden, so können diese aus dem Überweisungsformular gelöscht werden. Im Zuge der Weiterentwicklung der elektronischen Überweisung wäre es sinnvoll zwei Ausfertigungen des Dokuments zu erzeugen, eine die der Extraktion und Verwendung der medizinischen Daten auf Seite der Fachärzte dient, eine andere, die für die Verrechnung an die Krankenkasse weitergegeben werden kann. Alternative Ansätze werden in Kapitel 6.3.7.1 dargestellt.

### 6.3.3.4 Krankenhauseinweisung

Der Prozess der Krankenhauseinweisung unterscheidet sich nicht grundlegend von der einer Überweisung. Auch hier werden Formulare zur Autorisierung und Abrechnung einer Krankenhausbehandlung sowie medizinische Daten vom Hausarzt an einen Krankenhausarzt übermittelt. Krankenhäuser verwenden seit längerem HL7 CDA Dokumente in ihren Systemen, daher kann die vorgestellte Komponente auch in MWA verwendet werden, die die Kommunikation zwischen Krankenhäusern und dem ambulanten Sektor abbilden. Es wurde bisher kein elektronisches Formular konzipiert, um diesen Ablauf zu digitalisieren, die Komponenten aus dem Arztbrief können jedoch auch als Grundlage klinischer Prozesse in Krankenhäusern verwendet werden. Während die TI jedoch noch keine Fachdienste anbietet um Daten über einen zentralen Server auszutauschen, bieten viele KIS die Möglichkeit einen Patienten und einen Behandlungsfall anzulegen und diesem ein medizinisches Dokument zuzuordnen. Abbildung 76 zeigt die Schnittstellen des KIS i.s.h med, das im Universitätsklinikum „Rechts der Isar“ der TUM als Web Service zur Verfügung gestellt wird. In einer MWA zur elektronische Krankenhauseinweisung wurde gezeigt, wie man Daten aus einem ambulanten Behandlungsablauf einem stationären Patienten über eine Web Service zuordnen kann (Dünnebeil et al. 2010c).



**Abbildung 76 – Schnittstellen des KIS des Klinikums Rechts der Isar**

*Quelle: (Dünnebeil et al. 2010c)*

### 6.3.4 Signaturkomponente

Um auf der Empfängerseite der elektronischen Überweisung sicherzustellen, dass der Nutzer der MWA zur Erstellung einer Überweisung befähigt war, muss ein Kontrollmechanismus etabliert werden, der die Kontrolle dieser Autorisierung ermöglicht. Zum Abschluss der ärztlichen Aktivitäten im Rahmen des Überweisungsmanagement wird zu diesem Zweck eine digitale Signatur mit einem HBA erstellt, bevor die Transaktion abgeschlossen werden kann. Um sicherzustellen, dass medizinische Dokumente nur von autorisierten Personen digital signiert werden, definiert die TI Signatur Policies, die sicherstellen, dass Dokumente über den Konnektor nur von einem bestimmten Personenkreis mit einer QES versehen werden können (gematik 2009b). Wird die Signatur von einem Arzt erstellt, erzeugt die Arztanwendung eine Transaktionsnummer (TAN), die Patienten und Arzthelfer im weiteren Verlauf der MWA zur Reservierung eines Termins bei der angegebenen Facharztgruppe berechtigt. Nach diesem Schritt werden das Dokument und die TAN in einem Austauschverzeichnis abgelegt, das von der lokalen Komponente des Terminmanagers ausgelesen werden kann. Auf Seite des Empfängers kann die Signatur gegen das Zertifikat des Hausarztes verifiziert werden, um die Echtheit zu überprüfen.

#### 6.3.4.1 Signaturerstellung

Zur Erstellung einer digitalen QES stellt der Konnektor alle notwendigen Funktionen zur Verfügung. In der Spezifikation des Konnektors werden die Schritte für die Erstellung einer digitalen Signatur genau vorgegeben. Der Anwendungsfall in der Spezifikation gibt 16 Schritte vor (gematik 2009b), von denen die folgenden 12 im Rahmen der Signatur der elektronischen Überweisung von Bedeutung sind.

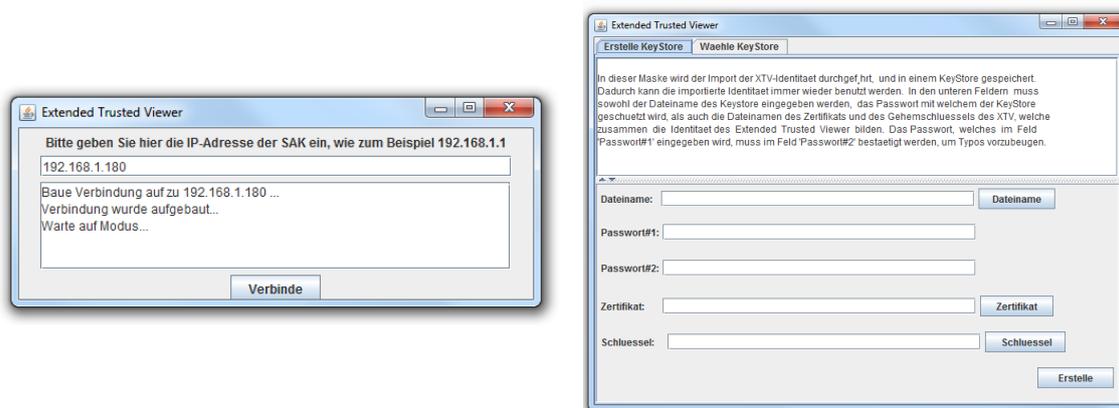
1. Herunterladen der Signaturpolicy
2. Den Extended Trusted Viewer (XTV) ermitteln
3. Zulässigkeit des Kartentyps prüfen
4. Erzeugen einer validen ObjectID
5. Signaturvoraussetzungen prüfen
6. Reservieren der Ressourcen
7. Zu signierende Dokumente anzeigen
8. Dokumente vorbereiten
9. Signatur autorisieren
10. Signatur erstellen
11. Ressourcen freigeben
12. Ergebnisse anzeigen

Zur Signatur der Überweisung wird die Konnektor-Schnittstelle *SignDocument* mit der Signaturpolicy für MWA „allgemeine Detached Signatur“ (1) verwendet (gematik 2009b). Eine XTV wurde in den Konnektor integriert, der in der Testumgebung verwendet wurde. Der XTV wurde in einer Testversion als Java Applikation implementiert und erlaubt die Anzeige eines XML Dokuments und die Verifikation der digitalen Signatur (Abbildung 77). Der XTV befindet sich in der Signatur Anwendungskomponente (SAK) des Konnektors und kann über die IP des Konnektors aufgerufen werden (2). Das Signieren ist in der Regel nur mit einem HBA zulässig, was durch die Signaturkomponente geprüft wird (3). Das zu signierende Dokument enthält daraufhin eine eindeutige ID. Die gematik schreibt vor, dass ein Universally Unique Identifier (UUID) realisiert wird, der die weltweite Einzigartigkeit der ID garantiert (4)<sup>41</sup>. Weitere Einschränkungen können in der Signaturpolicy gemacht werden, so kann die Signaturfähigkeit auf einen Hausarzt beschränkt werden, wenn diese Berufsgruppe die einzige sein soll, die zur Signatur befähigt ist (5). Nach Reservierung von XTV, Konnektor und Kartenleser für die Signatur (6) wird das Dokument im XTV angezeigt (7), und für die Signatur vorbereitet (8), indem ein Hash Wert des XML-Dokuments gebildet wird (Rivest/Shamir/Adleman 1978). Auch eine *XML Advanced Electronic Signature (XAdES)* ist verwendbar, die die langfristige Validität von elektronischen Signaturen gewährleisten kann<sup>42</sup>. Der signierende Arzt muss die digitale Signatur autorisieren, indem er seine PIN am Kartenleser eingibt oder ein zuvor registriertes Komfortmerkmal, wie einen Fingerabdruck, nutzt (9). Daraufhin kann die digitale Signatur erstellt werden, indem der Hashwert des Dokuments an die Karte gesendet wird und die Signatur im Chip der Karte mit dem privaten Schlüssel des Arztes erzeugt wird (10). Nach Freigabe der Ressourcen (11) werden die signierten Dokumente im XTV angezeigt und an den Aufrufer des Web-Services zurückgegeben.

---

<sup>41</sup> Für die weltweite Eindeutigkeit wird ein Uniform Resource Name Namespace durch die Network Working Group definiert. Eine UUID ist 128 Bit lang und garantiert Einzigartigkeit unabhängig von Zeit und Ort. Vgl.: <http://tools.ietf.org/html/rfc4122>, zugegriffen am 04.05.2012

<sup>42</sup> Die XAdES wird vom W3 Konsortium spezifiziert und setzt die Direktive 1999/93/EC des Europäischen Parlaments zum Kommunalen Rahmenwerk der Digitalen Signatur um. Vgl.: <http://www.w3.org/TR/XAdES/>, zugegriffen am 04.05.2012



**Abbildung 77 – Der XTV des Konnektors Kocobox**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Um die Schritte nicht exklusiv über die API des Konnektors abwickeln zu müssen, wird in der Signaturkomponente die Ausführungslogik hinter einer Schnittstelle gekapselt. Die Signaturkomponente kann an die Gegebenheiten der MWA angepasst werden, etwa indem eine neue Signaturpolicy eingefügt wird. Die Parameter der Signatur können dann in der Komponente definiert werden, etwa zur Verwendung von XAdES. Die Autorisierung und die Adressierung des XTV sind damit in der Signaturkomponente standardisiert.

#### 6.3.4.2 Signaturverifizierung

Auf Seite des empfangenden Arztes muss die digitale Signatur verifizierbar sein. Dazu wird die Schnittstelle *verifySignature* in die Signaturkomponente integriert, die für eine Signaturpolicy und ein zugehöriges XML Dokument die digitale Signatur überprüft. Bevor dieser Schritt durchgeführt wird, muss das XML gegen das Schema der elektronischen Überweisung validiert werden, wozu es bei allen Leistungserbringern vorliegen muss. Das Schema wurde zu diesem Zweck in die Signaturkomponente aufgenommen. Die Spezifikation der gematik sieht eine Prüfung der Zertifikate über einen Online Certificate Status Protocol (OCSP) Responder vor, der im Rahmen eines Verzeichnisdienstes für alle HBA Zertifikate angeboten werden soll, und über den Konnektor verfügbar ist. (gematik 2009b, 414). Da der Verzeichnisdienst zum Zeitpunkt der Abfassung dieses Dokuments nicht zur Verfügung stand, wurden die Zertifikate lediglich aus den Testkarten der gematik ausgelesen und in der Signaturkomponente hinterlegt. Wird ein Zertifikat gesperrt, so kann der Prototyp der MWK keine Sperrliste abfragen, was gegenwärtig ein Sicherheitsrisiko darstellt.

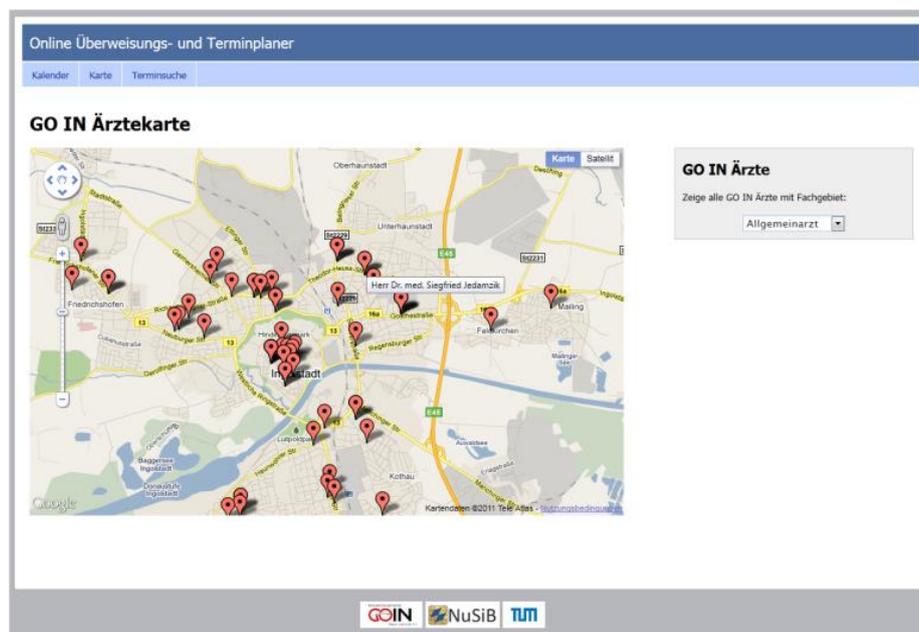
#### 6.3.5 Steuerungsdatenkomponente

Das Praxisnetz strebt eine Verkürzung der Wartezeiten für Facharzttermine an. Die freien Termine für Facharztbehandlungen werden daher vom Netz zentral koordiniert, wenn sie vorher von den Ärzten freigegeben wurden. So können Patienten und Praxishelfer die verfügbaren Termine nach Kriterien wie Zeitpunkt, Entfernung oder Behandlungsart finden. Dies soll eine optimale Verteilung der freien Termine auf die nachfragenden Patienten ermöglichen und die telefonische Koordination minimieren (Dünnebeil et al. 2011c). Die

Netzdaten können auf einer digitalen Landkarte oder in einem Kalender angezeigt werden. Die Termine werden auf einem zentralen Server des Praxisnetzes vorgehalten. Dieser wird mit den Anwendungen der Praxishelfer synchronisiert. Patienten können über ein Internetportal auf die Informationen zugreifen, um sie bei einer eigenständigen Terminauswahl zu nutzen. Das Praxisnetz verwendet die Steuerungsdaten, um zu kontrollieren, bei welcher Diagnose eine Überweisung erfolgt, welche Medikamente verordnet werden oder welche Blutwerte ein Patient zum Zeitpunkt einer Überweisung hat. Ferner sollen Patientenströme im Praxisnetz visualisiert werden, um die Angemessenheit zu kontrollieren, Fahrdienste anzubieten oder zusätzliche Fachärzte in Regionen mit hoher Nachfrage zu platzieren.

### 6.3.5.1 Administrative Steuerung

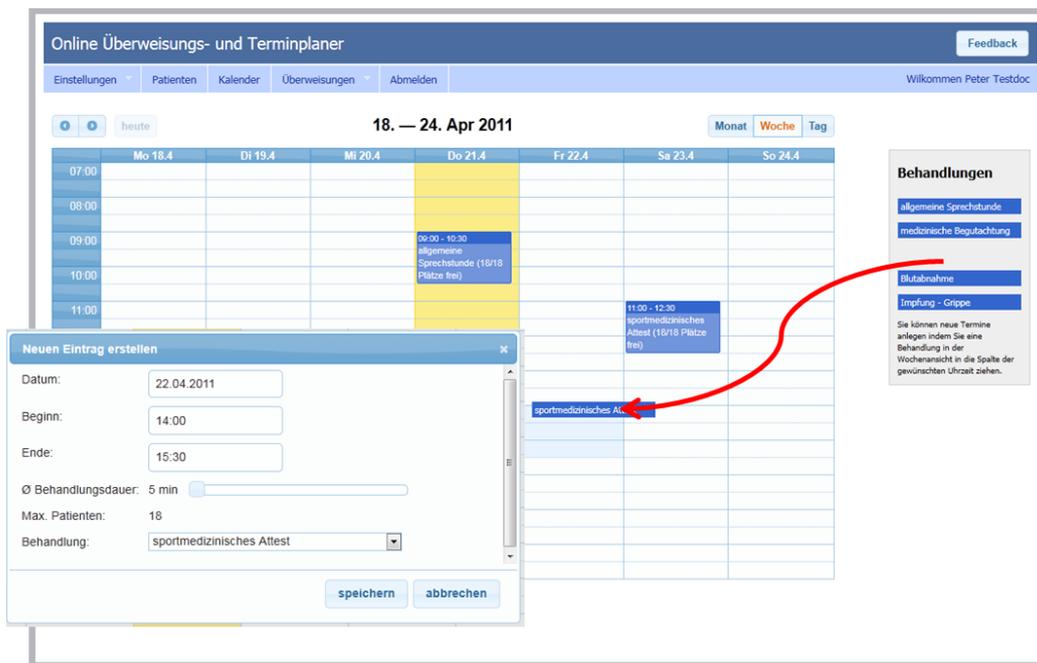
Die administrative Steuerung dient bei der Überweisung eines Patienten an einen Facharzt dazu, einen freien Termin nach verschiedenen Kriterien zu finden. Die Stammdaten der Ärzte sind in der Terminplattform verfügbar und können über eine Karte oder über die Stammdaten des Arztes dargestellt werden. Abbildung 78 zeigt den Abruf aller Praxisdaten und die Visualisierung auf einer Karte der Region Ingolstadt.



**Abbildung 78 – Darstellung der Ärzte nach Fach- und Ortskriterien**

*Quelle: (Kaletsch 2011)*

Die Stammdaten werden von den Ärzten selber angelegt. So können Ärzte entscheiden, ob ihre Praxis und die freigegebenen Termine auf der Plattform sichtbar sind. Nach der Freigabe der Stammdaten können Ärzte oder Praxishelfer eigenständig Termindaten einfügen oder diese abrufen. Abbildung 79 illustriert das Anlegen eines Termindatensatzes. Es kann sowohl die Behandlungsart und die Dauer des angebotenen Terminslots für jedes Datum festgelegt werden. Termine können wieder entfernt werden, wenn noch keine Patienten diesen Termin gebucht haben.



**Abbildung 79 – Erzeugung von Steuerungsdaten**

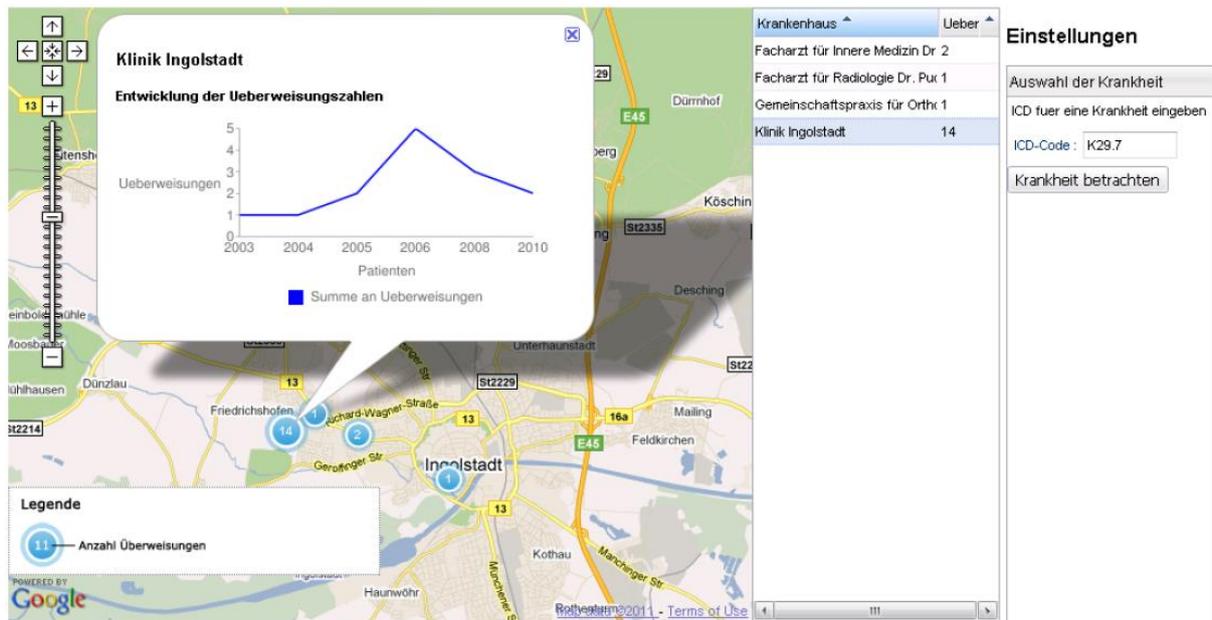
Quelle: (Dünnebeil et al. 2011c)

Zu diesem Zweck wurde die Schnittstelle *createAppointment* geschaffen, die mit den Parametern der Zeitslots, der Behandlungsart und den Stammdaten eines Arztes neue Terminslots erzeugt. Über die Schnittstelle *getAppointments* können freie Termine abgerufen werden, die dann in der Kalenderkomponente oder in einer Übersicht angezeigt werden. Als Argumente können hier optionale Einschränkung gemacht werden. Ein Ortsradius, eine Terminspanne, eine Behandlungsart und die Stammdaten des Arztes sind mögliche Parameter. Die Visualisierung wird im Rahmen der Vermittlung elektronischer Überweisungen verwendet, etwa indem ein freier Termin innerhalb der nächsten sieben Tage angefragt wird (Abbildung 81). Die MWK für Helfer fungiert als Nutzerschnittstelle, die Aufrufe automatisiert, indem die Parameter automatisch übergeben werden, wenn der Kalender eines Arztes auf der Karte gewählt oder eine Terminspanne und eine Behandlungsart von Nutzer angegeben wird.

### 6.3.5.2 Medizinische Steuerung

Neben den Terminiendaten können auch Daten zur Steuerungs- und Qualitätssicherung aus den Formularen erhoben werden. So werden bei elektronischen Überweisungen an eine definierte Fachgruppe spezielle Attribute im medizinischen Data Warehouse gespeichert. Bei Überweisungen wird die Fachrichtung bzw. die Institution des Facharztes in das Data Warehouse geschrieben, diese Daten können dann auf einer Karte visualisiert werden, um zu kontrollieren, bei welchen Diagnosen eine Überweisung oder eine Krankenhauseinweisung vorgenommen wurde. Abbildung 80 illustriert die Überweisungsströme von Patienten mit Gastritis (ICD: K29.7) in der Region Ingolstadt. Da noch keine Echtdata vorlagen, wurden die Bestandsdaten aus einem Primärsystem *ixx.concept* in das Datawarehouse geladen, um das Konzept prototypisch zu visualisieren. Eine Unterscheidung zwischen Krankenhaus-

einweisungen und Überweisungen konnte wegen der mangelhaften Datenqualität in den Primärsystemen noch nicht vorgenommen werden. Semantisch strukturierte Daten aus MWA können eine genauere Darstellung erreichen, wenn Echtdaten aus der MWA vorhanden sind. Die Daten aus den Primärsystemen mussten hingegen aufwendig aufbereitet und gesäubert werden, um diese Darstellung der Überweisungsströme zu ermöglichen (Barnert 2011).



**Abbildung 80 – Visualisierung von Steuerungsdaten zu medizinischen Zwecken**

Quelle: (Bernnat 2006)

Zur medizinischen Steuerung wurde das Data Warehouse mit Schnittstellen versehen, die Daten aus einem Überweisungsformular und einer Terminvereinbarung verarbeiten können.

### 6.3.6 Terminkomponente

Die Terminkomponente bildet eine Funktionseinheit, die aus lokalen MWA in den jeweiligen Arztpraxen, einer zentralen Anwendung für Patienten und einem Termindienst besteht und die Vermittlung der überwiesenen Patienten nach objektiven Kriterien unterstützt. Die lokalen MWA laufen auf praxisinternen Rechnern und benötigen eine Verbindung zum Internet. Die MWA für Patienten läuft auf einem Server des Praxisnetzes und ist über das Internet verfügbar. In den lokalen Anwendungen können Termine der eigenen Arztpraxis angelegt und freigegeben und reserviert werden. Die Freigabe enthält die Facharztgruppe, die Behandlungsart, den verfügbaren Zeitrahmen und die Länge eines einzelnen Termins. Wird ein Termin freigegeben, erfolgt eine Synchronisation mit dem zentralen Termindienst (Dünnebeil et al. 2011c). Durch Eingabe der TAN können alle verfügbaren Termine einer bestimmten Facharztgruppe im zentralen Dienst eingesehen und reserviert werden. Dieser Schritt kann sowohl durch das Praxispersonal an einer lokalen MWA durchgeführt werden als auch von Patienten selbst an der zentralen MWA. Durch die Reservierung eines Termins wird die TAN gesperrt. Bei Absage eines Termins durch den Patienten oder das Praxispersonal,

wird die TAN wieder aktiviert, wenn der Zeitpunkt der Absage innerhalb desselben Quartals liegt.

Die Reservierungskomponente nutzt die Daten aus der Steuerungsdatenkomponente, indem Termine entweder nach zeitlichen, fachlichen, örtlichen oder persönlichen Präferenzen dargestellt werden. Die Visualisierung kann über die zentrale Vorhaltung von Steuerungsdaten vereinfacht werden, indem freie Termine im Praxisnetz über eine zentrale Nutzerschnittstelle angezeigt werden. So kann der nächste freie Termin für eine bestimmte Fachrichtung angezeigt werden, der innerhalb eines definierten Zeitrahmens liegt. Abbildung 81 zeigt die Visualisierung von Testdaten, indem alle freien Behandlungen der nächsten sieben Tage angezeigt werden.

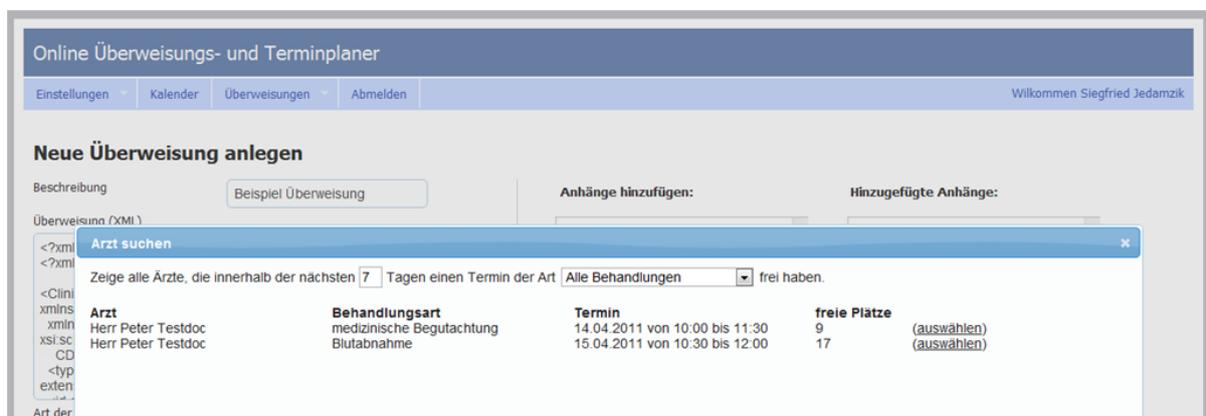


Abbildung 81 – Terminsuche

Quelle: Eigene Darstellung

Weitere Steuerungsdaten, die bei der Reservierung verwendet werden können, sind die Angaben zum Ort einer Facharztpraxis, die über eine Übersicht in der Karte oder die Namensliste der Ärzte erreichbar sind. Die Darstellung des Kalenders wird daraufhin aufgebaut, so kann in einem Ärztekalendar ein passender Termin ausgewählt und gebucht werden (Abbildung 82).

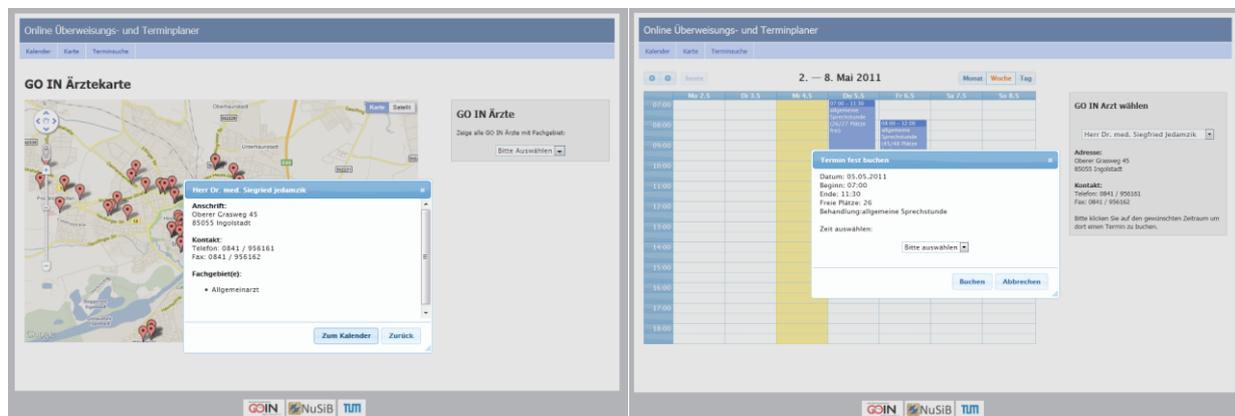


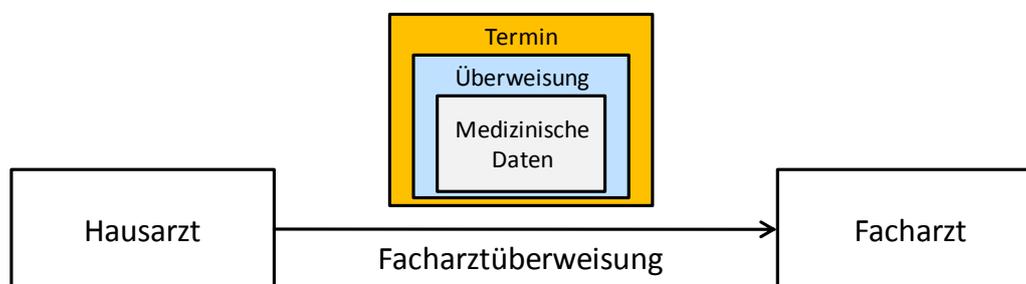
Abbildung 82 – Terminreservierung: Nutzung von Steuerungsdaten

Quelle: (Dünnebeil et al. 2011c)

Bei der Buchung wird das Zertifikat des ausgewählten Arztes zurückgegeben, das dann in der Sicherungskomponente verwendet wird, um einen freien Termin zu buchen.

### 6.3.7 Sicherungskomponente

Die Sicherungskomponente dient dazu, die Daten, die zwischen den Institutionen übertragen werden mit angemessenen Sicherheitstechniken für die Übertragung aufzubereiten. Dabei können die Daten mit verschiedenen starken Mechanismen gesichert werden, je nach Vertraulichkeit der Inhalte. Während medizinische Daten so stark gesichert werden müssen, dass sie nur von einem autorisierten Arzt eingesehen werden dürfen, können die Teile der elektronischen Überweisung, die nur für die Abrechnung relevant sind, für Krankenkassen einsehbar sein. Terminreservierungen müssen in Teilen ohne Verschlüsselung über das Internet einsehbar sein, damit ersichtlich ist, welche Termine verfügbar sind. Abbildung 83 illustriert die Schachtelung der Daten aus Sicherheitsgesichtspunkten.



**Abbildung 83 – Datentransfer bei der elektronischen Facharztüberweisung**

*Quelle: Eigene Darstellung*

#### 6.3.7.1 Verschlüsselung

Zur adäquaten Sicherung der Kommunikation wurde die hybride Verschlüsselung der Überweisungsträger durch den Konnektor gewählt (gematik 2009b, 467). Der Konnektor bietet zur Verschlüsselung die Schnittstelle *encryptDocument* an, Abbildung 84 zeigt die XML-Struktur ihres Aufrufs. Das Verfahren zum Verschlüsseln von XML-Dokumenten erfolgt zweistufig. Im ersten Schritt wird durch den Konnektor ein symmetrischer Schlüssel generiert, mit dem das Dokument mit hoher Performanz verschlüsselt wird. Als Verschlüsselungsalgorithmus wird Advanced Encryption Standard (AES) mit einer Schlüssellänge von 256 Bit im Cipher Block Chaining Mode verwendet (gematik 2008f). Der symmetrische Schlüssel wird dann im zweiten Schritt mit einem asymmetrischen Schlüssel aus einem X.509v3-Zertifikat erneut verschlüsselt (gematik 2009b). Dieses Zertifikat kann aus einer gesteckten Karte über die Schnittstelle *ReadCardCertificate* für eine angegebene Kartenadresse (CardHandle) ausgelesen oder als Parameter an den Web-Service übergeben werden. Sollen nur bestimmte Elemente des Dokumentes verschlüsselt werden, sind diese Teile als XPath Ausdruck spezifizierbar. Bleibt der Parameter leer, so wird das Root Element des XML-Dokumentes verschlüsselt. Verschlüsselt man nur die medizinischen Daten, wird das XML-Tag *Component* angegeben, um nur den CDA Teil einer auf HL7 CDA V2 basierenden elektronischen Überweisung zu verschlüsseln (VHitG 2006).

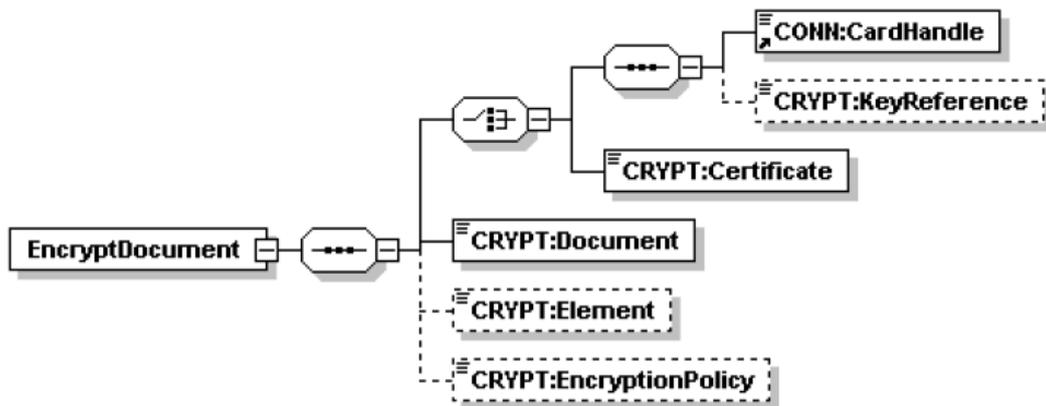


Abbildung 84 – Schnittstellenaufforderung der Verschlüsselung

Quelle: (gematik 2009b, 297)

Möchte man eine elektronische Überweisung auf die beschriebene Weise verschlüsseln, wird das Dokument über den Schnittstellenaufforderung *encryptDocument* mit dem der XML-Überweisung und Zertifikat vorgenommen, das aus der Vermittlungskomponente übergeben wurde (Abbildung 85). Zusätzlich muss noch eine Referenz auf den zur Verschlüsselung verwendeten HBA übergeben werden. Auf dem zentralen Austauschdienst des Praxisnetzes werden nur Dokumente temporär abgelegt, deren medizinischer Teil verschlüsselt ist. Der Terminiensatz bleibt persistent auf dem Server (Dünnebeil et al. 2011c).

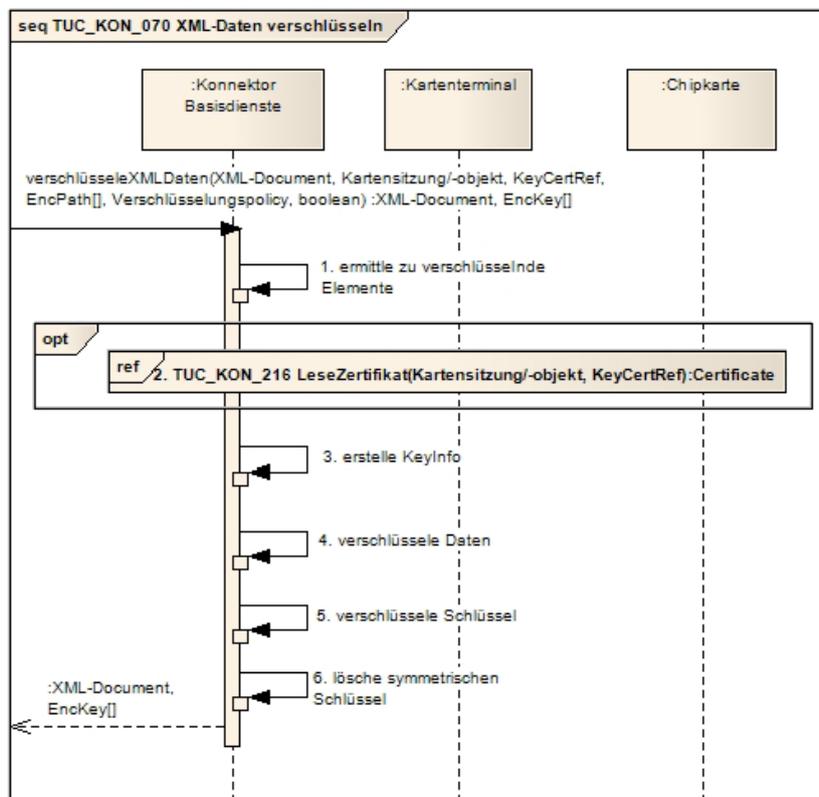


Abbildung 85 – Sequenzdiagramm zur Verschlüsselung

Quelle: (gematik 2009b)

Eine Zuordnung der Termindaten zu einem Patienten ist allerdings nicht möglich, da in den Buchungsdatensätzen nur ein Patientenpseudonym verwendet wird. Das Pseudonym kann erst beim Besuch der Praxis auf dem lokalen System des Zielarztes mit den Personendaten von der eGK versehen werden. Anschließend kann der Facharzt die elektronische Überweisung mit seinem HBA entschlüsseln und die Inhalte verwenden. So ist es bei einem Hackerangriff nicht möglich die Termindaten realweltlichen Personen zuzuordnen (Dünnebeil et al. 2011c).

Für die Verschlüsselung einer elektronischen Überweisung ergeben sich in der Komponente verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten:

- *Verschlüsselung der medizinischen Inhalte für den Arzt:* Es wird nur der CDA Teil der Überweisung für den Facharzt verschlüsselt. Der HL7 Header des Dokuments, der nur administrative Daten enthält, bleibt unverschlüsselt. Dazu wird das Tag `<structuredBody>` als CRYPT:Element Parameter an den Konnektor übergeben. Dies reduziert die zu verschlüsselnde Datenmenge und die direkte Verifizierung der Überweisung durch Helfer in der Facharztpraxis wird ermöglicht, bevor der Arzt seine PIN zur Entschlüsselung eingibt.
- *Verschlüsselung des gesamten Dokuments für den Facharzt:* Dies stellt zwar sicher, dass keine unverschlüsselten Daten übertragen werden, hat jedoch den Nachteil, dass das Dokument vor der Konsultation mit dem Facharzt, der im Regelfall erst bei der Behandlung das Dokument entschlüsselt, die Dokumente für die Praxishelfer vorher nicht einsehbar sind.
- *Doppelte Verschlüsselung für den Facharzt und seine Institution:* Bei dieser Option würde der CDA Teil des Dokuments für den Facharzt verschlüsselt, damit die medizinischen Inhalte nur für einen Arzt sichtbar sind. Das gesamte Dokument würde mit der SMC-B ein zweites Mal für die Zielinstitution verschlüsselt. Der Vorteil bei diesem Ansatz ist, dass ein Praxishelfer den administrativen Teil der Überweisung entschlüsseln kann, bevor das Dokument an den Arzt weitergeleitet wird. Der Arzt kann daraufhin den medizinischen Teil entschlüsseln. Weiterhin könnte das Dokument im Stadium, bevor die medizinischen Daten entschlüsselt werden, für die Abrechnung mit der Krankenkasse verwendet werden. Damit ist sichergestellt, dass Krankenkassen keine medizinischen Daten von Fachärzten enthalten, die sich in den Dokumenten befinden.

Generell stellt sich die Frage, ob bei einer Überweisung in große Facharztpraxen die Verschlüsselung der Daten für einen speziellen Arzt sinnvoll ist, da in einigen Praxen bis zu 12 Ärzte arbeiten und eine Festlegung bei Facharztfällen auf einen speziellen Leistungserbringer spontan erfolgt (Dünnebeil et al. 2012c). In diesem Fall können die Zertifikate aller Ärzte, die zu einem Zeitpunkt in der Praxis arbeiten, verwendet werden, um eine freie Zuordnung der Patienten auf die behandelnden Ärzte zu ermöglichen. Damit können sich Patienten für einen Termin entscheiden, die dort arbeitenden Ärzte werden allesamt autorisiert, die Überweisung zu entschlüsseln.

### 6.3.8 Evaluierung

Die Komponenten wurden in der in Kapitel 6 beschriebenen Reihenfolge getestet, wobei Schicht 1 den AIS-Adapter beschreibt und Schicht 7 die Sicherungskomponente.

**Tabelle 30 – Funktionstests der Komponenten der eÜberweisung**

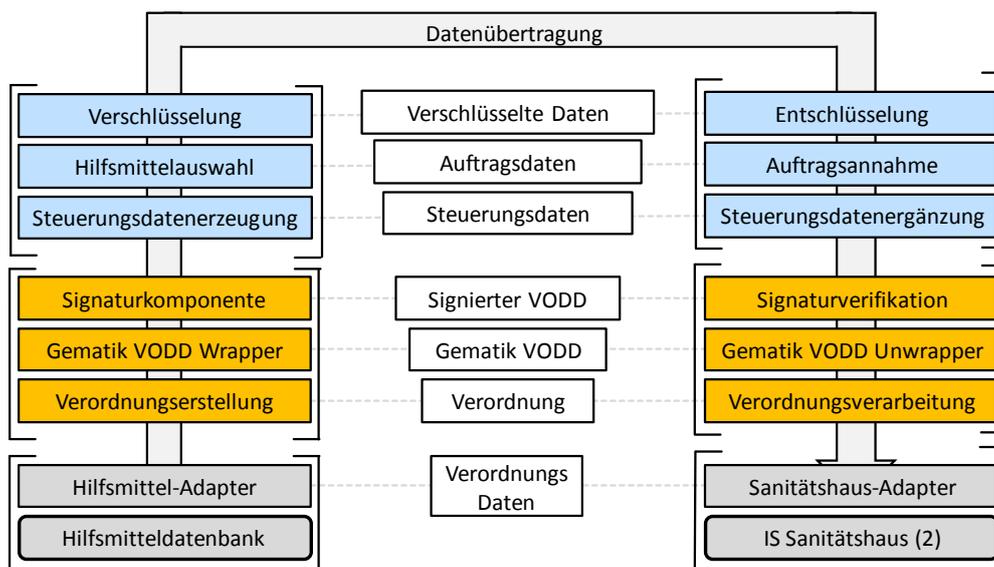
*Quelle: Eigene Darstellung*

Schicht	Sender	Empfänger
7	Hybride Verschlüsselung über den Konnektor voll funktionsfähig. Kein gematik Typ4 MWD der verfügbar. Austausch der Daten über den Konnektor nicht möglich, Verwendung eines Servers mit Server- und Clientzertifikaten. SSL Verschlüsselung, kein VPN-Tunnel.	Abruf der Daten vom Server und Entschlüsselung über den Konnektor voll funktionsfähig. (Einschränkungen siehe Schicht 7 Sender)
6	Terminauswahl und Buchung voll möglich. Abruf der Testzertifikate von Ärzten möglich, nicht für Institutionszertifikate.	Terminanlegen und Annahme voll funktionsfähig.
5	Anlegen, Buchen und Auslesen von Terminen voll funktionsfähig. Medizinische Steuerungsdaten nur exemplarisch umgesetzt.	Termineinsicht voll funktionsfähig. Einsicht medizinischer Steuerungsdaten nicht möglich, da eine Nutzerschnittstelle fehlt.
4	Nur funktionsfähig mit HBA Testkarten der gematik. Keine angepasste Signaturpolicy für die elektronische Überweisung.	Signaturverifikation nur funktionsfähig für lokal abgelegte Zertifikate, da kein Verzeichnisdienst verfügbar war.
3	Voll funktionsfähig für eine eÜberweisung auf Basis des VHitG Arztbriefes der Version 1.50. Level 3 Codierung von Laborergebnissen und Allergien nicht möglich.	Verarbeitung von Stammdaten und Diagnosen, Medikation und Befunden möglich.
2	Voll funktionsfähig auf einem Microsoft IIS Web-Server .	Voll funktionsfähig auf einem Microsoft IIS Web-Server.
1	Voll funktionsfähig für Diagnosen, Medikation und Befunde im AIS ix.x.concept. Befunde und Labordaten nur als Text ohne semantische Formatierung	Voll funktionsfähig für Diagnosen, Medikation und Befunde im AIS doc.star. Befunde und Labordaten nur als Text ohne semantische Formatierung

Das in Kapitel 4.4.2.2 beschriebene Szenario ist im Rahmen der Testumgebung voll funktionsfähig. Dennoch ergeben sich einige Einschränkungen. Die Zuordnung der PZN zu Medikamenten war nicht eindeutig, da im Quellsystem keine PZN hinterlegt wurde. Die PZN musste über einen Abgleich einer Texttabelle mit den Daten aus dem Primärsystem durchgeführt werden. Die Zuordnung war nicht immer eindeutig, da die Texte aus den Dateien nicht exakt mit den Beschreibungen übereinstimmten.

## 6.4 Hilfsmittelverordnung

Der Prototyp der zweiten Architekturinstanz, die MWA zum Management von Hilfsmittelverordnungen, ermöglicht es, die Verordnung und Bestellung von medizinischen Hilfsmitteln elektronisch abzuwickeln. Die Anwendung erstellt einen Datensatz im XML Format, der überwiegend auf dem Verordnungsdatendienst (VODD) der gematik basiert und mit dem HBA des Arztes digital signiert werden kann. Die Verordnungen können auf einem elektronischen Marktplatz für medizinische Hilfsmittel eingelöst werden. Der Marktplatz wird vom Praxisnetz GO IN bereitgestellt und ermöglicht es Sanitätshäusern, die eine Vereinbarung mit dem Ärzteverband unterzeichnet haben, Angebote für Hilfsmittel einzustellen. Der Prozess wurde an die gegenwärtigen Abläufe angelehnt, digitalisiert und ausgebaut. Abbildung 86 zeigt die Facharchitektur des Verordnungsmanagements.



**Abbildung 86 – Architekturinstanz für MWA zum Hilfsmittelmanagement**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Gegenwärtig existiert keine MWA für Sanitätshäuser, sie können ihre eigene Software jedoch anpassen, um den Zugriff auf den Marktplatz des Ärzteverbandes in ihr Warenwirtschaftssystem einzubinden. Die notwendigen Schnittstellen wurden implementiert und werden in der Folge dargestellt. Die MWA zum Management der Hilfsmittelverordnung zeigt auf der Seite des Verordnungserstellers in der Arztpraxis ähnliche Charakteristika wie eine elektronische Überweisung. Eine Erweiterung der Adapterkomponente aus der

elektronischen Überweisung ist nicht notwendig, da auf Verordnungen keine Patientendaten außer den Stammdaten erfasst werden müssen. Die Anwendung nutzt den VSDM des Konnektors, um Patienteninformationen von der eGK zu lesen. Alternativ können über die Adapterkomponente Stammdaten aus dem AIS ausgelesen werden. Der Hilfsmittelkatalog wurde digitalisiert und in der Anwendung als XML Datei bereitgestellt. Es wurden Schnittstellen implementiert, um einen Datensatz für ein Hilfsmittel in eine Verordnung einzufügen. Der Datensatz enthält alle Untergruppen von Hilfsmitteln, deren Beschreibung und die gültige Vergütungspauschale. Für Ärzte und Patienten ergeben sich die Vorteile potentieller Preisnachlässe, einer Auswahl an verschiedenen Anbietern und eine Lieferoption, die den Weg zum Sanitätshaus einspart. Sanitätshäuser können sich auf dem Online Marktplatz differenzieren, günstige Preise anbieten und bei standardisierten Hilfsmitteln Verkaufsflächen einsparen.

Die notwendigen Dienste werden im Zuge der Schichtdefinition beschrieben, wenn sie von denen der elektronischen Überweisung abweichen. Im Sinne der Wiederverwendung werden die Komponenten der elektronischen Überweisung verwendet oder angepasst, wenn dies möglich ist. So wird der AIS-Adapter auf Seite der Verordnungserstellung verwendet, um die Stammdaten von Patienten und Ärzten einzufügen. Auch die Verordnungsdiagnose kann aus dem AIS abgerufen werden. Auch zur Signaturerstellung auf der Seite des Verordners verwendet die MWA sie Signaturkomponente der elektronischen Überweisung. In der Folge werden daher nur die Erstellung der Verordnung in der Anwendungsschicht, die Interoperabilitätsschicht, die Steuerungsdatenschicht und die Vermittlungsschicht dargestellt.

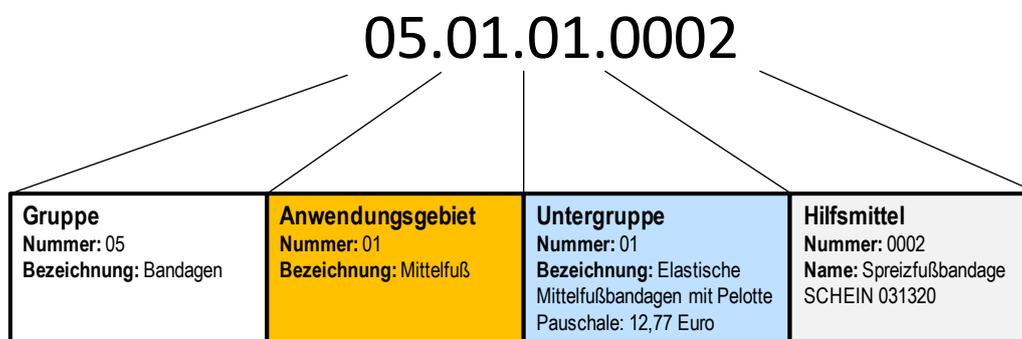
#### 6.4.1 Verordnungserstellung

Die Anwendungskomponente zur Verordnungserstellung wurde als webbasierte Anwendung programmiert und bildet alle Informationen eines Verordnungsträgers ab. Die Nutzerschnittstelle der Verordnungserstellung orientiert sich vom Aufbau an der elektronischen Überweisung. Das Design und die Funktionsweise unterscheiden sich im Bereich der Patientenidentifikation und der Diagnosezuordnung nicht von der vorher vorgestellten Anwendung. Die MWA wird ebenfalls lokal, neben dem AIS, auf dem Rechner des Arztes verwendet und über einen praxisinternen Web-Server bereitgestellt. Ärzte öffnen das Verordnungsformular und fügen die Patientendaten von der eGK oder über den Adapter aus dem AIS ein. Nach ausfüllen der notwendigen Verordnungsparameter müssen die zu verordnenden Hilfsmittelgruppen ausgewählt werden. Im offiziellen Hilfsmittelverzeichnis der GKV<sup>43</sup> finden sich gegenwärtig 40 Hilfsmittelgruppen. Eine Gruppe, z.B. Bandagen oder Gehhilfen, unterteilen sich in Anwendungsgebiete, die eine Lokalisation des Hilfsmittels am Körper beschreiben, die ihrerseits in Untergruppen aufgeteilt werden. Für eine Untergruppe, bspw. eine Mittelfußeinlage mit Polster (Pelotte), wird von der gesetzlichen Krankenkasse eine feststehende Pauschale gezahlt. Diese Pauschale, beläuft sich bei der Mittelfußeinlage auf 12,77 Euro. Für diese Pauschale können verschiedene Produkte zugelassen werden, die

---

<sup>43</sup> Das Hilfsmittelverzeichnis der Gesetzlichen Krankenkassen kann unter <http://db1.rehadat.de/rehadat/> abgerufen werden, zugegriffen am 16.5.2012.

dann im Hilfsmittelverzeichnis der GKV geführt werden dürfen. Abbildung 87 zeigt den logischen Aufbau einer Produktnummer für eine Spreizfußbandage.



**Abbildung 87 – Zusammensetzung Hilfsmittelnummer**

*Quelle: Eigene Darstellung*

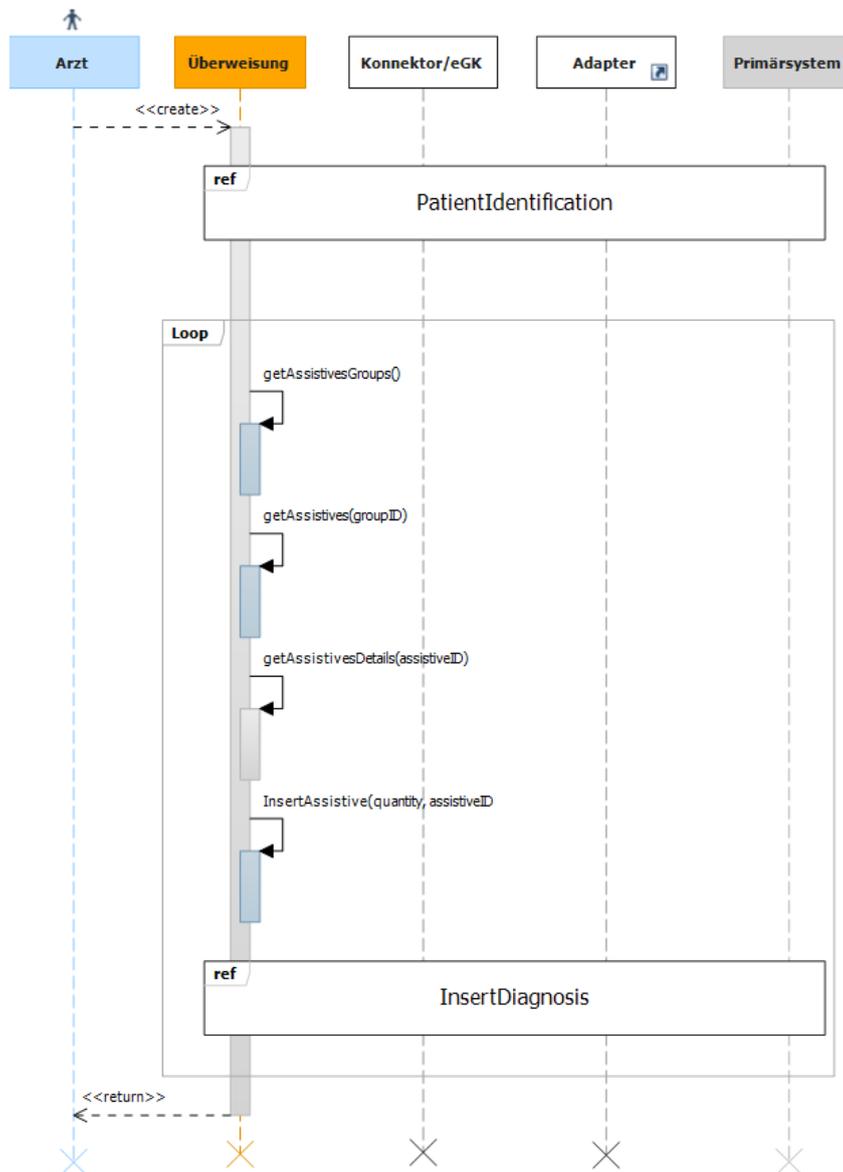
Der Arzt kann in der MWA eine Gruppe auswählen und bekommt dann automatisiert alle Anwendungsgebiete und Untergruppen angezeigt. Die Anwendung fragt die Untergruppen für eine Kategorie über die Schnittstelle *getAssesivesGroups* ab und zeigt sie in einer dynamischen Liste an. Durch die Schnittstelle *getAssesives* werden für eine Untergruppe alle Hilfsmittel im Detail dargestellt, die als Produkt in der jeweiligen Gruppe zugelassen sind. Der Hilfsmittelkatalog wurde in zwei XML-Dateien für Untergruppen und Produkte abgebildet, die wie folgt aufgebaut sind:

```
<Gruppe>
  <Gruppennummer>5</Gruppennummer>
  <Nummer>05.01.01.0</Nummer>
  <Gruppenname>Elastische Mittelfußbandagen mit Pelotte</Gruppenname>
  <Preis>12.77</Preis>
</Gruppe>
...
```

```
<hilfsmittel>
  <Gruppennummer>5</Gruppennummer>
  <Gruppenname>Bandagen</Gruppenname>
  <Nummer>05.01.01.0001</Nummer>
  <Bezeichnung>Metatarsalbandage BORT 112070</Bezeichnung>
</hilfsmittel>
<hilfsmittel>
  <Gruppennummer>5</Gruppennummer>
  <Gruppenname>Bandagen</Gruppenname>
  <Nummer>05.01.01.0002</Nummer>
  <Bezeichnung>Spreizfußbandage SCHEIN 031320</Bezeichnung>
</hilfsmittel>
```

Soll das identifizierte Hilfsmittel verordnet und damit in die Auswahl in der MWA eingefügt werden, wird es aus dem Hilfsmittelkatalog in die elektronische Verordnung übernommen. Einem Hilfsmittel kann im nächsten Schritt eine Verordnungsdiagnose hinzugefügt werden, die über den Adapter aus dem AIS abgerufen wird. Die beschriebenen Schritte können in

einer Schleife durchgeführt werden, bis alle Hilfsmittel vollständig in der Verordnung erfasst sind. Abbildung 88 zeigt die Verordnungserstellung in der Anwendungskomponente als Sequenzdiagramm und illustriert die Wiederverwendung der Adapterkomponente aus Kapitel 6.3.1.1 für Diagnosen und Patientenstammdaten.



**Abbildung 88 – Sequenzdiagramm Verordnungserstellung**

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 89 zeigt das Benutzerinterface der Verordnung mit einem Beispiel für Gehhilfen. Es wird ersichtlich, dass nur einige Teile von der elektronischen Überweisung abweichen. Die Patientenauswahl und die Versichertenstammdaten wurden komplett übernommen. Auch die Benutzerführung wurde an die Überweisung angelehnt. Die Reihenfolge der Nutzereingaben: Verordnung erstellen, Verordnung signieren und Verordnung versenden wird fest vorgegeben

und bindet die Aufrufe der anderen Architekturkomponenten an die Reihenfolge, die in der Aufrufsequenz vorgegeben sind (Dünnebeil et al. 2011d).

The screenshot shows the 'GO IN - MEHRWERTANWENDUNGEN FÜR ÄRZTE' web application. The top navigation bar includes links for 'Startseite', 'Einstellungen', 'Anamnese', 'Arztbrief', 'Patientenakte', 'Überweisung', 'Verordnung', and 'Statistiken'. A user is logged in, as indicated by the '[ Log In ]' link.

The main form area is titled 'Hilfsmittelkatalog' and contains the following sections:

- Patienteninformation:** Fields for 'Nachname' (Mustermann), 'Vorname' (Maximiliane), and 'Geburtsdatum' (19.11.1924). Buttons for 'eGK einlesen' and 'Patienten suchen' are present.
- Strassen- und Versicherungsdaten:** Fields for 'Strasse' (Mustergasse 4), 'Postleitzahl' (85055), 'Ort' (Ingolstadt), 'Krankenkasse' (Audi BKK), 'Versicherten Nummer' (1013146301), and 'Kassen-Nr.' (63701). A 'Daten ausfüllen' button is available.
- Leistungsbedingungen:** Checkboxes for 'Gebühr frei', 'Arbeitsunfall', 'Noctu', 'BVG', 'Sonstige', 'Hilfsmittel' (checked), and 'Unfall'.
- Hilfsmittelgruppen:** A dropdown menu for 'Gruppe 10 - Gehhilfen' is open, showing a list of items including 'Handstöcke', 'Gehstöcke', 'Gehstöcke mit anatomischem Handgriff', 'Mehrfußgehilfen neu oder gebraucht', 'Unterarmgehstützen', 'Unterarmgehstützen mit anatomischem Handgriff', 'Arthritisstützen', 'Achselstützen, Holz', 'Stockpuffer', 'Spezialstockpuffer', 'Stockhalter', 'Abrechnungspositionen für Zusätze', and 'Zuschläge für Achselstützen'.
- Verordnungsprozess:** Fields for 'Anzahl' (1) and 'Lieferung' (1), and buttons for 'Verordnung Erstellen', 'Verordnung Signieren', and 'Verordnung Versenden'.

Logos for GOIN, NuSiB, and TUM are visible at the bottom of the interface.

**Abbildung 89 – Anwendungskomponente der Hilfsmittelverordnung**

*Quelle: (Dünnebeil et al. 2011d)*

Wird die Option *Verordnung Erstellen* ausgewählt, wird die Interoperabilitätskomponente aufgerufen, die eine digitale Verordnung zurückgibt, die dann signiert und einem Angebot auf dem elektronischen Hilfsmittelmarkt zugeordnet werden kann.

#### 6.4.2 Interoperabilitätsschicht

Die Übermittlung einer Verordnung wurde von der gematik im Rahmen des VODD (gematik 2008b) spezifiziert. Es wurde ein XML-Format ausgearbeitet, das sich nicht am Standard HL7 CDA orientiert. Die Datenstruktur ist kompakter aufgebaut, um die Verarbeitung zu erleichtern. Diagnosen und verordnete Medikation können nicht eindeutig über ein LOINC Code System zugeordnet werden, was aber aufgrund der Einzigartigkeit der Kommunikationsstruktur zwischen niedergelassenen Ärzten und Apotheken nicht notwendig ist, da die Übertragbarkeit auf andere Gesundheitssysteme und Prozesse nicht gegeben ist. Der übergreifende Teil der elektronischen Verordnungen wird beibehalten. Die Anwendungskomponente ruft die Interoperabilitätskomponente auf, um die Daten syntaktisch und semantisch aufzubereiten. Dabei wurde der Fokus auf die elektronische Verordnung von Medikamenten gesetzt, da diese Aktivität im Rahmen einer Fachanwendung die traditionelle

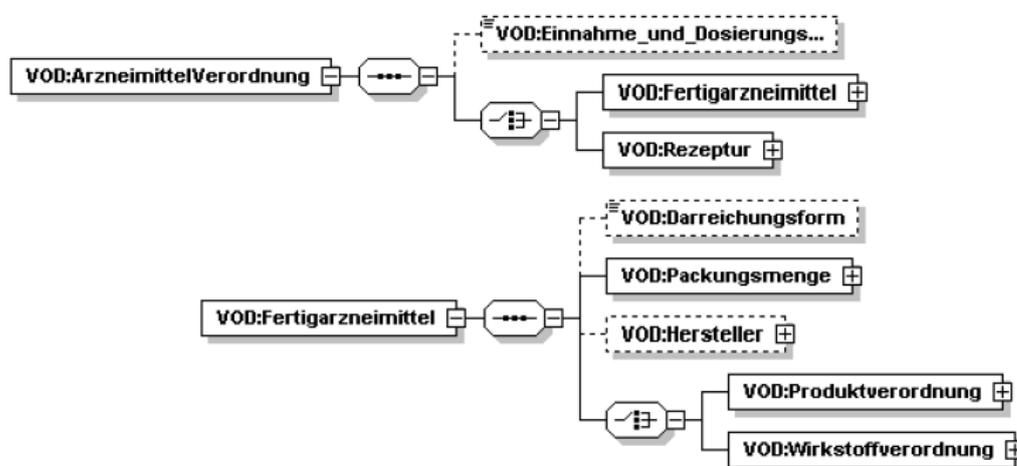
Verordnung ersetzen sollte (gematik 2008b). Der Header mit Versichertenstammdaten und Arztinformationen unterscheidet sich von der im Arztbrief verwendeten HL7 Struktur und ist wie folgt aufgebaut:

```

...
  <Versicherungsschutz>
    <Kostentraeger>
      <Kostentraegerkennung>71</Kostentraegerkennung>
      <Name>Audi BKK</Name>
    </Kostentraeger>
  </Versicherungsschutz>
</Versicherter>
<Verordnerinstitution>
  <Betriebsstaettenummer>1234</Betriebsstaettenummer>
  <Name>Praxis Dr. Jedamzik</Name>
  <Verordner>
    <Arztnummer>1</Arztnummer>
    <Berufsbezeichnung>A</Berufsbezeichnung>
  </Verordner>
</Verordnerinstitution>

```

Die gematik unterscheidet die Verordnung von Fertigarzneimitteln und Rezepturen. Während Rezepturen in der Apotheke für die Patienten nach der Vorgabe der Ärzte zusammengestellt werden, handelt es sich bei Fertigarzneimitteln um standardisierte pharmazeutische Produkte, die von der IFA zugelassen werden und über die PZN eindeutig identifizierbar sind (Abbildung 90). Fertigarzneimittel können entweder ein Produkt als Verschreibung beinhalten oder nur einen Wirkstoff, der in der Apotheke als beliebiges Produkt an den Patienten ausgegeben wird. In der Praxis unterscheiden sich diese Verordnungen nicht, da durch Rabattverträge auch Verordnungen von Fertigarzneimittel oft durch das günstigste Produkt substituiert werden (Greß et al. 2009). Hersteller und Darreichungsform sind optionale Parameter, genau wie eine Verordnungsdiagnose, die die medizinische Begründung für die Gabe des Präparates darstellt.



**Abbildung 90 – XML-Struktur des VODD**

Quelle: gematik (2009c, 169-171)

In der Folge ist eine elektronische Verordnung auszugsweise dargestellt, in jener das Arzneimittel Uniphyllin 600 auf Grund von Asthma bronchiale verordnet wird. Die Verordnung geht auf einen Notfall zurück, z.B. ausgelöst durch einen Asthmaschock, der Unfalltag ist entsprechend gekennzeichnet.

```

<AllgemeineVerordnungsdaten>
  <Verordnungsdiagnose> J45.0</Verordnungsdiagnose>
  <Kommentar_des_Verordners> Asthma bronchiale </Kommentar_des_Verordners>
  <Unfallkennzeichen>Y</Unfallkennzeichen>
  <Unfalltag>23072011</Unfalltag>
</AllgemeineVerordnungsdaten>
<ArzneimittelVerordnung>
  <Fertigarzneimittel>
    <Packungsmenge>1</Packungsmenge>
    <Produktverordnung>
      <Name>Uniphyllin 600</Name>
      <PZN> 1993598</PZN>
    </Produktverordnung>
  </Fertigarzneimittel>
</ArzneimittelVerordnung>

```

Während im papierbasierten Prozess der gleiche Verordnungsträger für Hilfsmittel und Arzneimittel verwendet wird, weicht die elektronische Verordnung von Hilfsmitteln (eVerordnungHM) von der eVerordnung von Medikamenten ab. Da der elektronische Marktplatz vorerst nur auf die Bereitstellung von standardisierten Hilfsmitteln zielt, wurde die Produktverordnung auf Hilfsmittel angepasst. Auf die Anpassung der optionalen Elemente wurde verzichtet, da weder die Dosierung noch die Darreichungsform bei solchen Standardprodukten von Bedeutung sind. Das Einfügen eines Herstellers wird in der eVerordnungHM bewusst unterlassen, da eine Verordnung nur eine Gruppe von Hilfsmitteln umfassen soll, die einem beliebigen Produkt aus einem Angebot zugeordnet werden kann. Dennoch soll, zu Zwecken der Steuerung und medizinischen Datenanalyse, eine Verordnungsdiagnose für jede Verordnung hinterlegt werden. Das folgende Beispiel zeigt die angepasste elektronisch Verordnung einer Spreizfußbandage (Dünnebeil et al. 2011d).

```

<AllgemeineVerordnungsdaten>
  <Verordnungsdiagnose>Q66.8</Verordnungsdiagnose>
  <Kommentar_des_Verordners> Senk-Knick-Spreizfuß</Kommentar_des_Verordners>
  <Unfallkennzeichen>N</Unfallkennzeichen>
  <Unfalltag></Unfalltag>
</AllgemeineVerordnungsdaten>
<HilfsmittelVerordnung>
  <Standardhilfsmittel>
    <Abgabemenge>1</ Abgabemenge >
    <Produktverordnung>
      <Name> Metatarsalbandage BORT 112070</Name>
      <Produktnummer>05.01.01.0001</ Produktnummer>
    </Produktverordnung>
  </Standardhilfsmittel >
</ HilfsmittelVerordnung >

```

Wenn nichtstandardisierte Hilfsmittel elektronisch verordnet werden sollen, bietet es sich an, die Rezeptur für die Anpassung jener Hilfsmittel zu adaptieren. Sie können damit vor oder bei der Auslieferung eines Hilfsmittels vorgenommen werden.

Das Einfügen der Daten von Leistungserbringern und Versicherten in die interoperable Verordnung geschieht analog zur elektronischen Überweisung. Die Benennung der Schnittstellen orientiert sich entsprechend an jener, die in der Interoperabilitäts-Komponente in Kapitel 6.3.3.2 beschrieben wurde. Ferner wurden die Schnittstellen *createAssistiveItem* geschaffen, die eine Produktnummer, die Verordnungsanzahl und einen Kommentar des Verordners als Parameter übergeben bekommt. Genormte Schnittstellen der Interoperabilitätskomponenten sollen den Nutzer von der Verwendung des elektronischen Formulars entkoppeln. So können die gleichen Schnittstellen verwendet werden, um eine gematik Verordnung mit Versichertendaten zu versehen, wie bei der Erstellung einer elektronischen Verordnung oder eines Arztbriefs. Die Umsetzung in die Datenstrukturen ist so für den Aufruf der Schnittstellen nicht mehr von separate zu berücksichtigen.

### 6.4.3 Steuerungsdatenschicht

Die Steuerungsdaten dienen im Fall des elektronischen Managements von Hilfsmitteln zur Vermittlung einer Verordnung an einen objektiv ausgewählten Liefernden und zur medizinischen Steuerung, in deren Rahmen kontrolliert wird, bei welchen Diagnosen Hilfsmittel verordnet werden. Zur Ermittlung der Einsparung, die durch die Differenz von Angebotspreis und Vergütungspauschale entsteht, wird der Zugriff auf den elektronischen Marktplatz für Steuerungszwecke geöffnet. Es werden Angebote auf dem Marktplatz für Hilfsmittel bereitgestellt, die dann im Rahmen der Vermittlung verwendet werden können, um ein passendes Hilfsmittel, den günstigsten Anbieter oder den geringsten Preis zu finden. Ferner werden die Preisdifferenzen zwischen Angebot und Verordnungspauschale dem Verordner zugerechnet und das Verordnungsdatum, die Verordnungsdiagnose und das zugehörige Hilfsmittel zu Steuerungszwecken erhoben. Das Datenmodell in Kapitel 4.4.3.6 umfasst fünf Entitäten, wobei es sich bei den Tabellen Angebote und Anbieter um reine Steuerungsdaten handelt, die Tabellen Verordnungen und Bestellungen haben nur einzelne Attribute, die zu Steuerungszwecken verwendet werden (Dünnebeil et al. 2011d). Das Datenmodell wurde auf dem elektronischen Marktplatz umgesetzt, zum Bereitstellen und Auslesen von Daten wurden die Web-Services *showAssesives* und *manageAssesives* bereitgestellt.

#### 6.4.3.1 Bereitstellung der Steuerungsdaten

In der Steuerungsdatenkomponente wurden die Schnittstellen *insertSupplier*, *insertOffer*, und *showOrders* implementiert, die einen Zugriff auf den elektronischen Marktplatz anbieten. Anbieter können sich auf dem Marktplatz registrieren, wenn sie einen Rahmenvertrag mit dem Praxisnetz abgeschlossen haben, der die Vergütung der Verordnungen regelt. Das Anlegen des Anbieters umfasst Adresse, Kontaktpersonen und eine Telefonnummer. Es soll langfristig auch ein Zertifikat in der Datenbank vorgehalten werden, um die Verordnungen für die Anbieter zu verschlüsseln. Sanitätshäuser erhalten dann eine AnbieterID, unter der sie

Angebote bereitstellen können. Auf die Visualisierung der Anbieter auf einer interaktiven Karte wurde verzichtet, diese Funktion kann allerdings aus der elektronischen Überweisung übernommen werden, wenn Patienten einen Zugang zum Marktplatz erhalten. Der in der Anwendungskomponente vorgestellte Katalog von Hilfsmitteln ist über die Steuerungsdatenschicht auch für Anbieter verfügbar, so kann einem Angebot eine Produktnummer zugeordnet werden. Die Angebote selber umfassen Verfügbarkeit, Preis, Angebotsdatum und die Lieferkonditionen. Zusätzlich können Bilder und Beschreibungen angefügt werden. Auf Seite des Senders ist die Schnittstelle *showOrders* zugreifbar, die eine Zusammenfassung der Preisdifferenzen zwischen Vergütungspauschalen der bisherigen Verordnungen und den Preisen der zugeordneten Angebote zulässt. Als Parameter müssen die ArztID und eine Zeitraum angegeben werden. Die Abfrage der Summe aller Einsparungen für den Arzt mit der ArztID 6523128 im Jahr 2011 wird in SQL wie folgt umgesetzt:

```
SELECT SUM(b.Preisdifferenz)
FROM      Bestellungen b, Verordnungen v
WHERE     b.VerordnungsID = v.VerordnungsID
AND       v.ArztID = 6523128
AND       b.OrderDatum BETWEEN 'Jan-01-2011' AND 'DEC-31-2011';
```

#### 6.4.3.2 Visualisierung der Steuerungsdaten

Die Steuerungsdaten können vom Praxisnetz eingesehen werden, bspw. um die Summe der Einsparungen, die durch Hilfsmittelverordnungen erzielt wurden, zu visualisieren. Es können ferner die Anzahl der verordneten Hilfsmittel für eine bestimmte Diagnose aggregiert oder die dabei entstandenen Gesamtkosten aufsummiert werden. Neben den globalen Steuerungsinteressen, die auf Ebene des Praxisnetzes von Bedeutung sind, gibt es auch ein Interesse jedes Vertragsteilnehmers, die finanziellen Auswirkungen der eigenen Aktivitäten einzusehen. Im Zuge des Integrierten Versorgungsvertrages sollen Ärzte an den Einsparungen beteiligt werden, die aufgrund der Verordnungsrabatte und des Wettbewerbs auf dem elektronischen Marktplatz erzielt werden. Demnach erhält jeder Arzt in seiner Umgebung für MWA eine Visualisierung seiner Beteiligung an den Einsparungen aus den Verträgen. Auf Basis des Geschäftsmodells aus Kapitel 4.4.2.4 werden die Ersparnisse nach einem Schlüssel (Vgl. Abbildung 51) an die Leistungserbringer ausgeschüttet. Entsprechend erhalten sie einen Sockelbetrag, der an alle Leistungserbringer verteilt wird, die Mitglieder im Ärztenetz sind, einen Teilnehmerbetrag, der an alle Ärzte ausgeschüttet wird, die am Integrierten Versorgungsvertrag mitwirken, und einen Punktbetrag, der sich an den vom jeweiligen Arzt selber realisierten Einsparungen orientiert. Eine Echtzeitanzeige dieser Werte soll die Motivation zur Nutzung der elektronischen Verordnung stärken und die Nutzer über ihre Ansprüche aus den Versorgungsverträgen aufklären. Alle notwendigen Informationen können über die Schnittstelle *showOrders* des Web-Services *showAssesives* abgerufen werden, um sie in der MWA darzustellen. Abbildung 92 zeigt die Visualisierung für das Jahr 2011, die auf Testdaten aus dem elektronischen Marktplatz basiert. Es wird sowohl die Gesamtausschüttung aus dem Vertrag dargestellt als auch die persönliche Beteiligung. Die

Beteiligung wird anhand des Mechanismus zur Verteilung aus Kapitel 4.4.2.4 errechnet, aus Gründen der Nachvollziehbarkeit wurden auch die Anzahl der Vertragsteilnehmer, die betroffenen Bereiche und der Kostenträger aufgeführt.

The screenshot shows the 'GO IN - MEHRWERTANWENDUNGEN FÜR ÄRZTE' web interface. At the top, there is a navigation bar with links: Startseite, Einstellungen, Anamnese, Arztbrief, Hilfsmittel, Patientenakte, Überweisung, Verordnung, and Statistiken. Below this is a user profile section with fields for Nachname, Vorname, and Geburtsdatum, and buttons for 'eGK einlesen' and 'Patienten suchen'. The main content area is titled 'Meine Versorgungsverträge' and includes dropdown menus for 'Versorgungsvertrag auswählen' (set to 'Audi BKK') and 'Jahr auswählen' (set to '2011'). Below these are fields for 'Teilbereich auswählen' (set to 'Alle Bereiche') and statistics: 'Anzahl der Teilnehmer: 232' and 'Anzahl der Ärzte im Praxisnetz: 502'. A table compares 'Ausschüttung Vertrag' and 'Ihre Ausschüttung' across four categories: Sockelbetrag, Teilnehmerbetrag, Punktebetrag, and Verwaltungsbetrag. A 'Gesamt' row shows 2846000 € for the contract and 10881,11 € for the user. A 'Meine Punktwerte' button is also present. At the bottom, there is an 'Auswahl Anzeigen' button and logos for GO IN, NuSiB, and TUM.

	Ausschüttung Vertrag	Ihre Ausschüttung
Sockelbetrag:	882000 €	1756,97 €
Teilnehmerbetrag:	882000 €	3801,72 €
Punktebetrag:	882000 €	5322,41 €
Verwaltungsbetrag:	200000 €	
<b>Gesamt:</b>	<b>2846000 €</b>	<b>10881,11 €</b>

**Abbildung 91- Aufbereitung der Steuerungsdaten aus den IV-Verträgen**

*Quelle: Eigene Darstellung*

#### 6.4.4 Vermittlungskomponente

In der Vermittlungskomponente wird einer Verordnung ein passendes Angebot zugeordnet. Die Vermittlungskomponente ist gegenwärtig Teil der Anwendungskomponente (Abbildung 92), kann aber, ähnlich wie im Fall der Terminvermittlung, in eine eigene Anwendung ausgelagert werden. Damit könnten Verordnungen sowohl von Patienten als auch von Praxishelfern verfügbaren Angeboten zugeordnet werden. Die Auswahl der Angebote erfolgt über die Schnittstelle *showAssesives* der Steuerungskomponente, nach Eingabeparametern, die in der Zuordnungsmaske gewählt werden. Es werden die Auswahlkriterien Hilfsmittelgruppe, Hilfsmitteluntergruppe und Zustellung angezeigt, die gewählten Parameter werden an die Schnittstelle übergeben, um passende Angebote vom elektronischen Marktplatz abgerufen. Für die Untergruppe elastischer Mittelfußbandagen, die zum Versand angeboten werden, erscheinen so alle passenden Angebote des Marktplatzes mit Verfügbarkeit und Preis. Der Besteller übergibt die Anzahl, die bestellt werden soll, und bucht das Angebot ein. In der Datenbank des elektronischen Marktplatzes wird dann ein Eintrag in der Tabelle Bestellung (Abbildung 53) angelegt, der einem Angebot eine Verordnung zuordnet und damit die verbindliche Bestellung des Hilfsmittels auslöst. Liegt in der Datenbank das Zertifikat eines Sanitätshauses vor, so wird dieses, zusammen mit der Verordnung, von der Vermittlungskomponente zurückgegeben, um eine Verschlüsselung zu ermöglichen.

Hilfsmittelgruppen:

Hilfsmitteluntergruppen:

Zustellung:

Hilfsmittel (Autocomplete Suche):

Gruppe: 5                      Untergruppe: Bandagen

Nummer	Bezeichnung	Preis (€)	Verfügbar	Übernahme
05.01.01.0010	Spreizfußbandage OHRANA	54,30	5	<input checked="" type="checkbox"/>
05.01.01.0009	ARCUS Spreizfußbandage	51,30	0	<input type="checkbox"/>
05.01.01.0008	Eco Spreizfußbandage Typ IV	63,40	3	<input type="checkbox"/>

1

Anzahl:       Lieferung:

**Abbildung 92 – Visualisierung der Angebote für Hilfsmittel**

*Quelle: In Anlehnung an (Dünnebeil et al. 2011d)*

Eine detailliertere Darstellung der Angebote ist wünschenswert, z.B. um Patienten bei der Bestellung ein Bild des Produkts, Produkteigenschaften oder Erfahrungswerte anderer Patienten vorzustellen. Da die Angebote von Zulieferern eingestellt werden, fällt die Pflege des Marktplatzes nicht in den Verantwortungsbereich des Praxisnetzes. Anbieter erhalten hier eine Möglichkeit zur Differenzierung, wenn sie nicht nur über den Preis oder die Lieferbedingungen konkurrieren wollen. Eine Bereitstellung der Vermittlungskomponente für Patienten wird langfristig zwingend sein, da sonst die Gefahr besteht, dass nur Preiskriterien den Ausschlag für eine Produktverordnung geben.

#### 6.4.5 Ver- und Entschlüsselungskomponente

Generell kann auf Seite der Arztpraxen, wo die Verordnungen erstellt und zugewiesen werden, die gleiche Komponente verwendet werden, wie bei der elektronischen Überweisung. Hier bleibt jedoch die Frage offen, wie die Verordnung für den Empfänger verschlüsselt werden soll. Es ist gegenwärtig weder geklärt, ob in Sanitätshäusern ein Konnektor zum Einsatz kommen soll noch, ob die Mitarbeiter einen HBA erhalten werden. In der Architekturspezifikation wurden sie nicht als Nutzer der TI aufgeführt (gematik 2009a). Unter der Annahme, dass Sanitätshäuser Konnektoren verwenden und die Mitarbeiter in das Verzeichnis der Heilberufe aufgenommen werden - und damit auch einen HBA erhalten - ist für die MWA zur Hilfsmittelverordnung die Wiederverwendung der in Kapitel 5.5.11 vorgestellten Entschlüsselungskomponente möglich. Eine Verschlüsselung mit einer SMC wird jedoch sinnvoller sein, da eine Zuordnung eher zu einer Institution vorgenommen wird, als zu einer Person. In Sanitätshäusern arbeiten oft angestellte Mitarbeiter, die a priori nicht direkt adressiert werden können. Technisch ist die Realisierung analog zur elektronischen Überweisung möglich, organisatorisch sind jedoch die vorher angerissenen Fragen zu klären. Die Vertraulichkeit einer Hilfsmittelverordnung ist nicht so hoch wie im Fall von Überweisungen, dennoch lassen die Hilfsmittel Rückschlüsse auf Diagnosen zu, was eine Verschlüsselung nahelegt.

### 6.4.6 Evaluierung

**Tabelle 31 – Funktionstests der Komponenten des Verordnungsmanagement**

*Quelle: Eigene Darstellung*

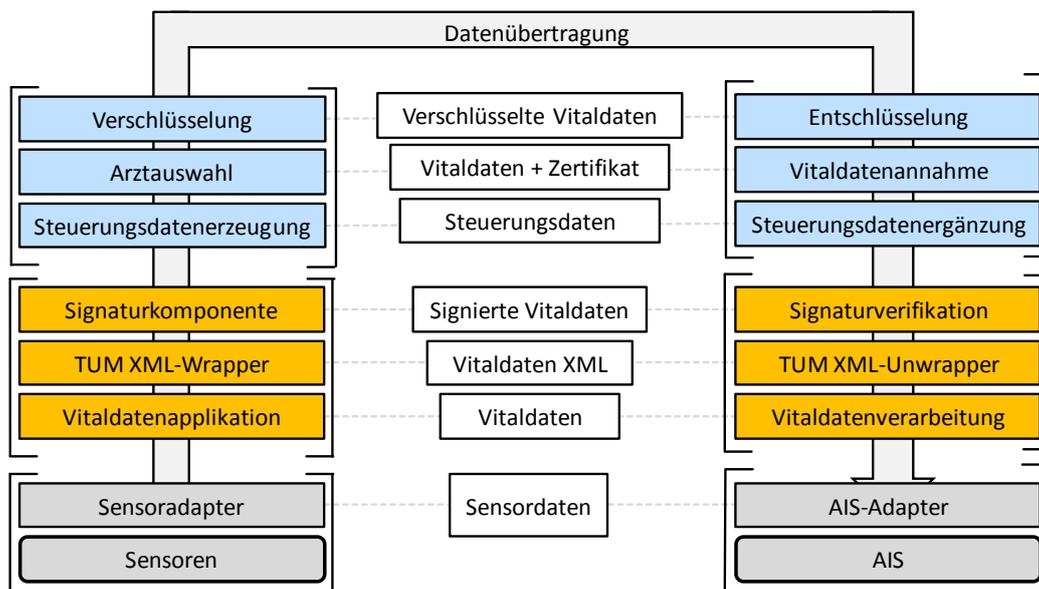
Schicht	Sender	Empfänger
1	Bereitstellung eines Kataloges für Hilfsmittel in der MWA. Verwendung des Adapters aus der elektronischen Überweisung zum Abruf von Patientenstammdaten und Verordnungsdiagnosen	Nicht implementiert
2	Voll funktionsfähig (Nutzung der Komponente aus der elektronischen Überweisung, Vgl. Kapitel 6.3)	Nicht implementiert
3	Voll funktionsfähig über angepassten VODD der gematik.	Nicht implementiert
4	Voll funktionsfähig (Vgl. Kapitel 6.3).	Nicht implementiert
5	Voll funktionsfähig	Manuelle Erstellung von Steuerungsdaten.
6	Voll funktionsfähig	Nicht implementiert
7	Voll funktionsfähig (Nutzung der Komponente aus der elektronischen Überweisung)	Nicht implementiert

Das angestrebte Szenario konnte bisher nur auf der Seite der Vorordner umgesetzt werden. Ein System für den Einsatz in Sanitätshäusern war in der Testumgebung nicht verfügbar. Es wurden zwar einige Testdaten auf den Marktplatz geladen, ein realweltlicher Test war jedoch im Zuge der vorliegenden Dissertation nicht möglich.

Eine Möglichkeit die Verordnungen mit der eGK des Patienten zu verschlüsseln ist gegenwärtig nicht gegeben, da Patienten keine Möglichkeit haben diese selbst zu entschlüsseln. Ist ein funktionsfähiger Patientenzugang zur Telematik verfügbar, kann der Marktplatz auch durch den Patienten selbst genutzt werden, um eine Verordnung einzulösen. Der Prototyp funktioniert gegenwärtig jedoch nur mit Testversionen des HBA und einem Praxiskonnektor, da von den Krankenkassen bisher weder HBA noch eGK ausgeliefert wurden. Um die Einlösung von Hilfsmitteln durch Praxispersonal zu ermöglichen, kann auch eine Verordnung erstellt werden, die nur die Untergruppe enthält, nicht aber ein konkretes Angebot. Eine weitere MWA, die sich gerade in der Entwicklung befindet ermöglicht es dem Praxispersonal die Verordnung einzulösen. So wird die Arbeitsteilung zwischen Ärzten und Praxispersonal vereinfacht, die Verordnung und die Einlösung werden so voneinander getrennt, um die Ärzte von administrativen Tätigkeiten zu entlasten.

## 6.5 Telemonitoring

Die dritte MWA implementiert einen sicheren Kommunikationskanal zwischen Patienten und Hausärzten, um eine Überwachung von Vitaldaten zu ermöglichen. Nach ÜA1 wird auch hier auf die zentrale Speicherung der Vitaldaten in einer ePA verzichtet. Die MWA überspielt Vitaldaten von einer MWK für Patienten an eine zweite für Ärzte. Die Datenakquise erfolgt automatisiert über die Einbindung von Sensoren zur Messung von Gewicht, Blutdruck und Herzfrequenz. Zu diesem Zweck wurden eine Waage und ein Blutdruckmessgerät auf der Patientenseite angebunden. Die MWK für Patienten bildet ein einfaches Patienten-Primärsystem, die Sensoren werden von dort über eine Adapterkomponente angesprochen und die ausgelesenen Daten angezeigt. Da kein übergreifendes Format für die interoperable Aufbereitung von Vitaldaten zur Verfügung steht, wurde ein eigenes Format definiert, der TUM XML Wrapper. Er ist beiden Anwendungen bekannt und fungiert als einfaches interoperables Austauschformat. Zur digitalen Signatur auf Seite der Patienten kann ein nPA oder eine eGK über eine SignaturApp verwendet werden. Die Vermittlung der Daten an den betreuenden Hausarzt erfolgt gegenwärtig statisch, indem das Zertifikat des Arztes in der Patientenapplikation abgelegt und zur Verschlüsselung verwendet wird. Auf Seite der Ärzte werden die Vitaldaten entschlüsselt und zur Kontrolle in eine Übersichtsmaske geladen. Abbildung 93 zeigt die Instanziierung der Facharchitektur zum Telemonitoring.



**Abbildung 93 – Schichten der MWA zur Telemonitoring von CHI**

Quelle: Eigene Darstellung

### 6.5.1 Sensoradapter

In der MWA zum Telemonitoring werden keine Bestandsdaten aus proprietären AIS benötigt. Die Daten werden auf Patientenseite in den Sensoren generiert und müssen von dort ausgelesen werden. Der Adapter, der die MWA mit dem Sensor verbindet, hat damit eine grundlegend andere Struktur als jeder, der in der MWA zur Überweisung oder beim

Hilfsmittelmanagement zum Einsatz kam. Der Zugang zu einem Sensor wird in dieser MWA für eine Waage beschrieben. Als Testgerät wurde ein Wii Balance Board<sup>44</sup> verwendet, das als Waage, aber auch Bewegungssensor für Spielkonsolen, verwendet wird. Der Zugriff auf das Gerät erfolgt über Bluetooth. Es wurde der Driver WiimoteLib.dll in der Version 1.7 verwendet, der einen Zugriff auf die Sensordaten ermöglicht<sup>45</sup>. Der Driver kann durch eine C# Applikation angesprochen werden, entsprechend wurde der Web-Service *getWeight* in dieser Sprache umgesetzt. Der Zugriff auf den Sensor wurde folgendermaßen implementiert:

```
Wiimote balanceBoard = new Wiimote();
float [] sensoren = new float [4]
float gesamtGewicht;

bb.Connect();
bb.SetLEDs(1);
WiimoteState statusWiimote = balanceBoard.WiimoteState;
BalanceBoardState statusBalanceBoard = statusWiimote.BalanceBoardState;
BalanceBoardSensors gewicht = statusBalanceBoard.SensorValuesKg;

sensoren [0] = gewicht.TopLeft;
sensoren [1] = gewicht.TopRight;
sensoren [2] = gewicht.BottomLeft;
sensoren [3] = gewicht.BottomRight;

for(i=0;i<4;i++)
{
    gesamtGewicht = gesamtGewicht + sensoren [i];
}
```

Das Wii BalanceBoard verfügt über vier Sensoren, deren Gewicht addiert werden muss, um das Gesamtgewicht einer Person zu erhalten. Die Initialisierung erfolgt über den Driver, der es zulässt die Waage als Objekt anzulegen. Nach der erfolgreichen Verbindung über Bluetooth wird ein LED aktiviert, die signalisiert, dass der Sensor verfügbar ist.

Die Übertragung der Daten in das Primärsystem eines Arztes auf Empfängerseite ist grundsätzlich möglich. Dennoch verfügen viele Arztsysteme nicht über die Datenstrukturen, um detaillierte Vitaldatenverläufe adäquat aufzubereiten. Auch das Zielsystem doc.star enthält keine Komponente, um Gewichts und Blutdruckdaten in der Patientenkartei aufzubereiten. Daher wird auf Empfängerseite auf eine Synchronisation der Vitalparameter mit dem Primärsystem verzichtet. Die Verwaltung und Aufbereitung der Daten wird in der MWK für Ärzte vorgenommen. Der Vorteil, der sich aus diesem Vorgehen ergibt, ist, dass alle Ärzte im Praxisnetz eine einheitliche Benutzerschnittstelle und genormte Anzeigeparameter erhalten, die nach den Präferenzen des Ärztesverbandes erweitert und angepasst werden können, ohne dass dafür diverse Hersteller von AIS in die Planung einbezogen werden müssen.

<sup>44</sup> Informationen zum Wii Balance Board finden sich unter: <http://wiifit.com/>, zugegriffen am 11.04.2012.

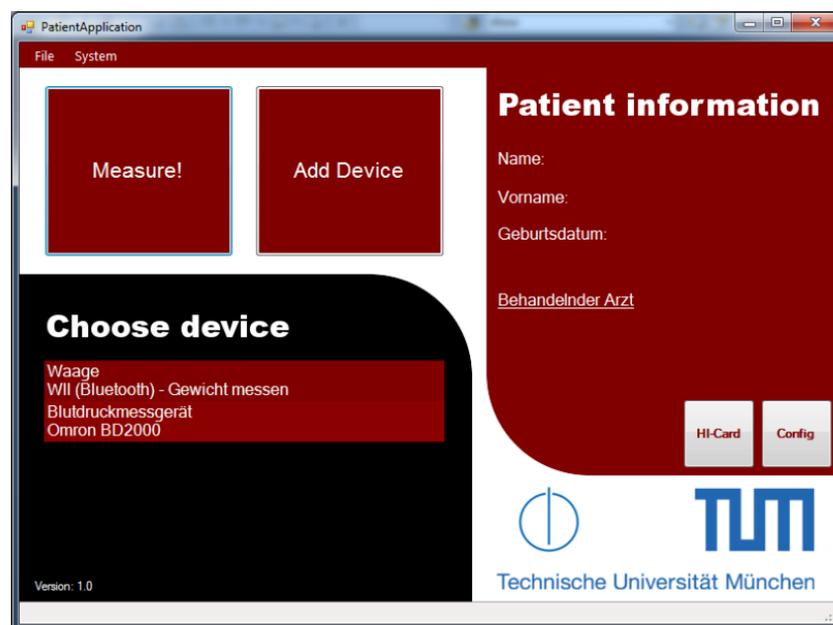
<sup>45</sup> Die WiimoteLib ist verfügbar unter: <http://wiimotelib.codeplex.com/releases/view/21997>, zugegriffen am 11.04.2012.

## 6.5.2 Telemonitoringkomponente

Die Applikationskomponente für Telemonitoring stellt das Nutzerinterface für Patienten und Ärzte zur Verfügung. Sie greift auf die Daten der Sensoren zu und bereitet sie einheitlich für die Überführung in das interoperable Austauschformat auf. Der Fokus bei der Implementierung der Patientenanwendung liegt auf einfacher Bereitstellung, Plattformunabhängigkeit und intuitiver Bedienung. Die Arztanwendung muss in kurzer Zeit einen Überblick über die wichtigsten Vitalparameter der Patienten ermöglichen. Sie kann ferner mit anderen MWA integriert werden, um die Nutzung mehrere Programme auf Seiten der Ärzte zu vermeiden. Die MWA wurde daher mit den Vorherigen kombiniert.

### 6.5.2.1 Patientenapplikation

Die Applikationskomponente auf Seite des Patienten muss in einem Patiententerminal lauffähig sein, ohne dass dafür langwierige Installationen notwendig sind. Wichtigster Aspekt der Anwendung ist die einfache Bedienung, da viele Patienten kognitiv eingeschränkt sind oder, aufgrund ihres fortgeschrittenen Alters, keine hinreichende Erfahrung mit der Bedienung von IT-Systemen besitzen. Es wurde eine Applikation entwickelt, die plattformunabhängig auf dem .NET Framework lauffähig ist (Abbildung 94).



**Abbildung 94 – Patientenclient für Home Monitoring**

*Quelle: (Bär 2012)*

Die MWA soll auf Terminals mit einem Touchscreen verwendbar sein, daher wurde auf Tastatureingaben vollständig verzichtet. Da es wenige Möglichkeiten gibt, Patienten in Schulungen mit der Anwendung vertraut zu machen, wurde die Bereitstellung tiefergehender Bedienungsoptionen vermieden. Es gibt nur Möglichkeiten zum Durchführen einer Messung, zum Hinzufügen eines Sensors und zum Einlesen der Gesundheitskarte. Für den eGK-Zugriff auf Patientenseite stand weder ein Konnektor noch eine fertige API zur Verfügung. Die

gematik hat im Zuge ihrer Spezifikationen angekündigt, eine Anwendung der Versicherten (AdV) bereitzustellen, mit der Funktionen wie Signatur, Autorisierung, Ver- und Entschlüsselung sowie der Zugriff auf die zentralen Dienste der TI implementiert werden können (gematik 2009a). Da die Spezifikation bis zum Jahr 2012 noch nicht umgesetzt wurden, musste der Zugriff auf die Karte eigenständig implementiert werden. Zum Zugriff auf die Smart Cards wurde der Kartenleser cyberJack® RFID Komfort<sup>46</sup> verwendet, der über einen Universal Serial Bus (USB) an den Patientencomputer angebunden wird. Für den direkten Zugriff auf eine Smart Card über USB stellt Windows die API winscard.dll zur Verfügung<sup>47</sup>. Die Kommunikation mit der Karte erfolgt über application protocol data units (APDU), die aus einem 4 Byte langem Header und bis zu 255 Byte Daten bestehen (Rankl/Effing 2010). Um die Kommunikation mit der Gesundheitskarte nicht auf APDU-Ebene vornehmen zu müssen, kann ein Framework verwendet werden, das typische kartenbasierte Kommunikationsaufgaben, wie die sichere PIN-Abfrage, hinter Schnittstellen einer höheren Programmiersprachen kapselt. Die Funktionen von eGK und HBA wurden in der Smart Card API der Firma CardWerk<sup>48</sup> in C# zur Verfügung gestellt. Das folgende Beispiel zeigt das Lesen einer APDU mit Versichertenstammdaten in eine Array Liste:

```
int nOffset = 0;
int nMaxChunk = 0xFE;
int nMaxLength = 0x7FFF;
ArrayList vList = new ArrayList();

    while (nOffset < nMaxLength)
    {
        int nChunk = Math.Min(nMaxChunk, nMaxLength - nOffset);
        aRespAPDU = aCard.ReadBinary(nOffset, (byte)nChunk);
        byte[] vbChunk = aRespAPDU.GetData();
        vList.Add(vbChunk);
        nOffset += vbChunk.Length;
    }

    byte[] vbFile = new byte[nOffset];
    nOffset = 0;

    for (int i = 0; i < vList.Count; ++i)
    {
        byte[] vb = (byte[])vList[i];
        Buffer.BlockCopy(vb, 0, vbFile, nOffset, vb.Length);
        nOffset += vb.Length;
    }

return vbFile;
```

<sup>46</sup> Für Informationen zum Kartenleser vgl.: <http://www.reiner-sct.com/npa/komfort.html>, zugegriffen am 01.06.2012

<sup>47</sup> Ein Beispiel für den Zugriff auf eine Smart Card über die API winscard.dll findet sich unter: <http://www.smartcard-magic.net/pc-sc-reader/winscard-api-c-c/>, zugegriffen am 15.7.2012

<sup>48</sup> Die Smart Card API und Implementierungsbeispiele finden sich unter <http://www.smartcard-api.com/index.shtml>, zugegriffen am 23.06.2012

Ein APDU Response wird als Objekt mit einem Card Handle auf die Gesundheitskarte erzeugt. Daten einer gesteckten eGK können dann aus dem Objekt in Schleife in Datenstrukturen gelesen werden, um sie in die Patientenapplikation aus Abbildung 94 einzubinden.

### 6.5.2.2 Arzt-Anwendungskomponente

Die Anwendungskomponente für Ärzte wurde mit den MWK der elektronischen Überweisung und der Verordnungserstellung in einer Applikation kombiniert. Auf diese Art und Weise wird vermieden, dass Ärzte in ihrem Praxisalltag eine Vielzahl von MWA starten müssen. Alle Vitalparameter können über einen Aktualisierungsbefehl aus den XML-Austauschformaten ausgelesen und angezeigt werden (Abbildung 95).

The screenshot shows a web application interface for doctors. At the top, there is a navigation bar with tabs: Startseite, Einstellungen, Anamnese, Arztbrief, Patientenakte, Überweisung, Verordnung, and Statistiken. Below this, there are search fields for Nachname, Vorname, and Geburtsdatum, along with buttons for 'eGK einlesen' and 'Patienten suchen'. The main section is titled 'Telemonitoring' and includes a dropdown menu for 'Herzinsuffizienz' and buttons for 'Patienten Anzeigen' and 'Aktualisieren'. Below this is a table with 15 rows of patient data. The table has columns for Nummer, Datum, Name, Vorname, Wert, Referenzwert, and Details. The 'Wert' column is color-coded: green for values between 55 and 100, red for values below 55, and yellow for values between 55 and 60. The 'Referenzwert' column shows values ranging from 53 to 101. The 'Details' column contains links for each row. At the bottom of the page, there are logos for GOIN, NuSiB, and TUM.

Nummer	Datum	Name	Vorname	Wert	Referenzwert	Details
1	1.10.2010	Abt	Andreas	86,8	87	<a href="#">Details</a>
2	1.10.2011	Ackert	Volker	54,8	55	<a href="#">Details</a>
3	1.10.2012	Adamik	Dieter	62,1	62	<a href="#">Details</a>
4	1.10.2011	Aigner	Manfred	63,9	63	<a href="#">Details</a>
5	1.10.2011	Albrecht	Joachim	100,1	101	<a href="#">Details</a>
6	1.10.2012	Allgayer	Rotraut	58	55	<a href="#">Details</a>
7	1.10.2013	Altenbuchner	Armin	77,6	77	<a href="#">Details</a>
8	1.10.2014	Amann	Calim	65,2	64	<a href="#">Details</a>
9	1.10.2011	Amberger	Maria	87,8	88	<a href="#">Details</a>
10	1.10.2011	Anger	Ursula	71,2	71	<a href="#">Details</a>
11	1.07.2011	Mustermann	Maximiliane	55,1	53	<a href="#">Details</a>
12	1.10.2012	Angermann	Michael	97,5	96	<a href="#">Details</a>
13	1.10.2013	Attenberger	Erwin	57	54	<a href="#">Details</a>
14	1.10.2014	Averbeck	Jutta	69,4	69	<a href="#">Details</a>
15	1.10.2015	Averbeck	Glenn	68,2	66	<a href="#">Details</a>

**Abbildung 95 – Patientenübersicht für Überwachung von CHI**

*Quelle: (Dünnebeil et al. 2012a)*

Die Patientenübersicht basiert auf einem XML-Dokument, in dem die aktuellsten Messwerte der Patienten eines Arztes geführt werden, die für Telemonitoring registriert sind. Es soll so gewährleistet werden, dass starke Abweichungen im Gewicht eines Patienten durch Ödeme, die in Folge einer Dekompensation von Herzinsuffizienz auftreten, zeitnah erkannt werden (Dünnebeil et al. 2012a). Daher wird in der Übersicht der letzte Messwert mit einem Referenzwert verglichen, der sich aus den vorherigen zehn Messungen bildet. Bedenkliche Abweichungen werden nach einem Ampelsystem eingefärbt, um einen schnellen Überblick für die Ärzte zu gewährleisten. Zusätzlich wird der Tag der letzten Aktualisierung für jeden

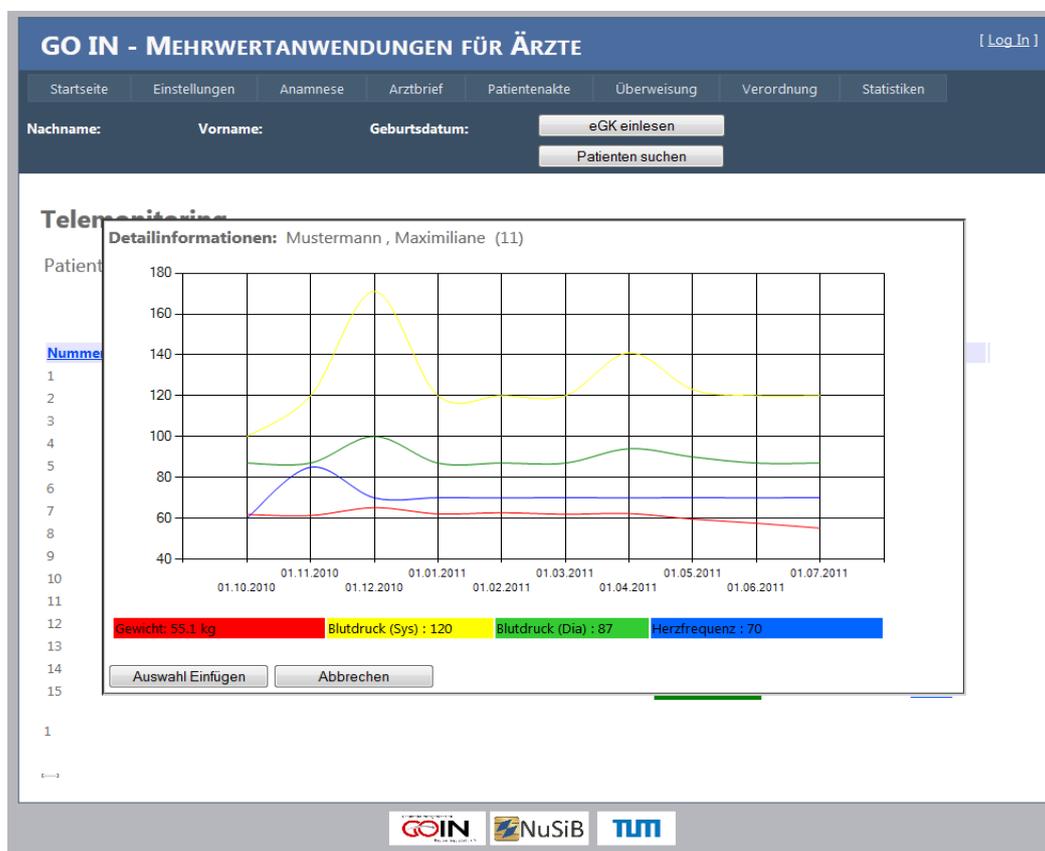
Patienten angezeigt. Patienten mit schlechter Compliance können so kontaktiert werden, um sie zu einer regelmäßigen Teilnahme aufzufordern. Es ist denkbar, den Compliance-Faktor (Vgl. Formel 1) auch mit einer Einfärbung zu markieren, um Ärzten zu symbolisieren, dass ihre Vergütung in Folge der unregelmäßigen Teilnahme geringer ausfallen kann. So haben dann die Möglichkeit Patienten zu kontaktieren, sie, im Sinne ihrer eigenen monetären Interessen, zu eine besseren Kooperation auffordern. Die Vitalparameter werden daher in der folgenden Form aufbereitet:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<Monitoring xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <Entry>
    <Number>1</Number>
    <Name>Abt</Name>
    <Firstname>Andreas</Firstname>
    <Date>1.10.2010</Date>
    <Reference>87</Reference>
    <Value>86.8</Value>
  </Entry>
  <Entry>
    <Number>2</Number>
    <Name>Ackert</Name>
    <Firstname>Volker</Firstname>
    <Date>1.10.2011</Date>
    <Reference>55</Reference>
    <Value>54.8</Value>
  </Entry>
</Monitoring>
```

Als Referenzwert wird gegenwärtig der Mittelwert der jeweils letzten drei Messungen gebildet und mit dem aktuellen Messwert verglichen. Wird eine Abweichung von weniger als 2% festgestellt, so liegt der Wert im angemessenen Bereich und wird grün dargestellt. Bei Abweichungen zwischen 2% und 4% wird die Abweichung als fragwürdig eingestuft und mit gelber Farbe markiert. Abweichungen von mehr als 4% werden als bedenklich eingestuft und folglich mit roter Farbe markiert. Die soll, trotz des Zeitdrucks im Praxisalltag, eine Entscheidungshilfe bieten, die eine fokussierte Analyse fördert. In der Folge wird ein Code Fragment in C# dargestellt, das die Werte gemäß der Beschreibung hervorhebt:

```
if ((value - reference) <= (reference * 0.02))
{
    currentPn1.BackColor = System.Drawing.Color.Green;
}
if ((value - reference) > (reference * 0.02))
{
    currentPn1.BackColor = System.Drawing.Color.Yellow;
}
if ((value - reference) > (reference * 0.04))
{
    currentPn1.BackColor = System.Drawing.Color.Red;
}
```

Die Ampeldarstellung in der MWA entspricht gegenwärtig nicht medizinischen Leitlinien und soll nur der Illustration dienen. Die Darstellung muss zukünftig entsprechend konkreter medizinischer Handlungsempfehlungen eingestellt werden, um einen bedenklichen Zustand nach den Grundlagen medizinischer Evidenz hervorzuheben (Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin 2009). Auch die Bildung des Referenzwertes unterliegt den Anforderungen von Experten, so können historische Werte in beliebiger Form zusammengefasst werden, um sie mit der letzten Messung oder den Messungen der letzten Woche zu vergleichen. Die Ampeldarstellung soll dennoch nur ein Hilfsmittel für Ärzte darstellen, eine Zertifizierung als Medizinprodukt ist nicht vorgesehen (Mauro et al. 2009), die der Ampel eine verbindliche Wirkung als Entscheidungshilfe für Ärzte einräumen würde. Es obliegt weiterhin der Pflicht der Ärzte, alle Werte im Detail zu überwachen. Zu diesem Zweck wird für jeden Patienten eine Detailansicht angeboten, wo alle historischen Daten eines Patienten in einem datierten Verlauf einsehbar sind (Abbildung 96).



**Abbildung 96 – Detailansicht der Vitaldaten eines Patienten**

*Quelle: (Dünnebeil et al. 2012a)*

Es wurde eine Achseneinteilung gewählt, die die Anzeige alle Werte in einer Übersicht zulässt. Dadurch können jedoch die Nuancen in der Gewichtsveränderung schwerer erkennbar sein. Eine Auswahl einzelner Parameter ist denkbar, um die Achse an die jeweiligen Werte anzupassen. Auch die Kombination mit anderen Vitalparametern, z.B. Blutzuckerwerten ist denkbar, um die Diabetes-Prävention in die gleiche MWA einzuarbeiten.

Eine offizielle Interoperabilitätskomponente entfällt für diese MWA, da die Daten aus dem dafür spezifizierten Format entnommen werden. Der TUM-XML Wrapper überführt Messdaten aus den Sensoren in eine einfach strukturierte XML-Datei, die Patienteninformationen und Einträge mit Datum und Messwerten enthält und wie folgt aufgebaut ist:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<Monitoring patientID="11" lastName="Mustermann" firstName="Maximiliane"
version="TUM_Monitoring_V1" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <Entry>
    <Number>1</Number>
    <Date>01.10.2010</Date>
    <Weight>61.8</Weight>
    <HeartRate>60</HeartRate>
    <SysBP>100</SysBP>
    <DiaBP>87</DiaBP>
  </Entry>
  <Entry>
    <Number>2</Number>
    <Date>01.11.2010</Date>
    <Weight>61.3</Weight>
    <HeartRate>85</HeartRate>
    <SysBP>120</SysBP>
    <DiaBP>87</DiaBP>
  </Entry>
</Monitoring>
```

Das TUM\_Monitoring\_V1 Datenformat bildet eine einfach verwendbare Datenstruktur, die nur im Rahmen der vorgestellten MWA verwendet wird. Sie ist also keine Basis für die weitreichende Interoperabilität zwischen Anwendungen für Telemonitoring. Dieser Ansatz wurde gewählt, da ein interoperables Format auf Basis von HL7 CDA, wie es in der elektronischen Überweisung verwendet wurde, noch nicht verfügbar ist. Gegenwärtig wird ein solches Format spezifiziert, das Projekt wurde im Jahr 2012 angestoßen und soll bis 2013 abgeschlossen sein (HL7 2012). Der HL7 Header kann im Rahmen der Interoperabilitätskomponente aus der ersten MWA erstellt werden und mit Elementen aus dem neuen Format erweitert werden, sobald die Spezifikation verabschiedet ist. So können mehrere Patientenanwendungen für die Datenakquise genutzt werden, eine einheitliche Darstellung in der vorgestellten Anwendungskomponente für Ärzte, ist damit möglich.

### 6.5.3 Signaturkomponente

Patienten verfügen auf Grund der fehlenden AdV-Funktionen nicht über eine API zur digitalen Signatur, wie sie in Kapitel 6.3.4 für den Konnektor vorgestellt wurde. Daher muss, ähnlich wie beim Auslesen der Gesundheitskarte, ein alternativer Ansatz implementiert werden, wenn die zu übermittelnden Vitaldaten signiert werden sollen. Die im Zuge des Basis-Roll-Out verschickten Gesundheitskarten enthalten einen privaten Schlüssel, mit dem eine rechtsverbindliche digitale Signatur erstellt werden kann. Auch die neuen Personalausweise bieten diese Funktion an. Entsprechend sollen beiden Kartenoptionen in der Signaturkomponente für Patienten verfügbar gemacht werden. Um auf die Chip-Karten

zuzugreifen, bietet die Bundesregierung im Zuge der e-Card Strategie<sup>49</sup> Anwendungen wie die SignaturApp an, die einheitliche Schnittstellen zur digitalen Signatur bereitstellt (BSI 2012). Diese Schnittstellen können auf Patientenseite genutzt werden, die richtige Komposition der Schnittstellen wird in der Komponente abgebildet, um die Implementierungsdetails vor den Nutzern zu verbergen. In der Testanwendung wurden die SignaturApp<sup>50</sup> und der in Kapitel 6.5.2.1 vorgestellte USB-Kartenleser verwendet. Die SignaturApp verfügt gegenwärtig nicht über eine funktionsfähige API, daher musste die Signatur des Dokuments manuell erfolgen. Im Zuge der Veröffentlichung der AusweisAPP 2.0<sup>51</sup> soll eine Signaturkomponente bereitgestellt werden, die auch die Signatur über Schnittstellen zulässt.

#### 6.5.4 Steuerungsdatenkomponente

Diese Komponente setzt die Anforderungen um, die sich durch die vorgestellten Vergütungsmechanismen des Telemonitoring ergeben. Es werden für die in Kapitel 4.4.3.6 gezeigten Kennzahlen, Werte aus dem Prozess abgeleitet. Auf Patientenseite muss nur die Compliance erhoben werden. Auf Seite der Ärzte muss die Wirksamkeit der Präventionsmaßnahme im Vergleich zu den bisherigen Behandlungsergebnissen für chronische HI nachgewiesen werden. Um die Compliance von Patienten zu bestimmen wird auf Patientenseite ein Zähler für die Compliance hochgesetzt, wenn Patienten einen Datensatz an den Arzt übermitteln. Es wurde der Web-Service *addMeasurement* umgesetzt, der mit einer PatientenID und einem Datum aufgerufen wird. Der Aufruf wurde in die Anwendungskomponente eingebunden, um Manipulationen im Zuge manueller Aufrufe zu unterbinden. Die Schnittstelle wird bei jeder Datenübertragung von Vitalparametern an den zentralen Austauschdienst aufgerufen.

Auf Seite des Arztes muss ein Zugriff auf Daten aus dem Primärsystem gewährleistet werden, um die erfolgten stationären und ambulanten Behandlungen einem Patienten zuzuordnen, der im Telemonitoring-Programm eingeschrieben ist. Für den Zugriff auf die Behandlungsziffern muss die Adapterkomponente aus Kapitel 6.3.1.1 erweitert werden, um auch Behandlungsdaten für Patienten verwenden zu können. Im untersuchten Quellsystem ist

---

<sup>49</sup> Die e-Card Strategie der Bundesregierung wurde im Jahr 2005 beschlossen und zielt darauf, den Zugang zu Smart Cards der Bürger, eGK, ePA und ePass etwa durch einfache und plattformunabhängige Schnittstellen zu vereinheitlichen. So soll die qualifizierte digitale Signatur und die digitale Authentifizierung gefördert werden. Die Spezifikationen auf der Webseite des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI): [https://www.bsi.bund.de/ContentBSI/Publikationen/TechnischeRichtlinien/tr03112/index\\_hm.html](https://www.bsi.bund.de/ContentBSI/Publikationen/TechnischeRichtlinien/tr03112/index_hm.html), zugegriffen am 01.06.2012

<sup>50</sup> Die SignaturApp kann unter der folgenden Adresse heruntergeladen werden: <http://www.signaturapp.de/>, zugegriffen am 01.06.2012

<sup>51</sup> Vgl. AusweisApp und Voraussetzung in Rahmen des eCard-API-Framework des BSI auf folgenden Seiten: <https://www.ausweisapp.bund.de/pweb/index.do> und [https://www.bsi-fuer-buerger.de/BSIFB/DE/SicherheitImNetz/Personalausweis/TechnischeGrundlagen/Software\\_Zertifikate/software\\_zertifikate\\_node.html](https://www.bsi-fuer-buerger.de/BSIFB/DE/SicherheitImNetz/Personalausweis/TechnischeGrundlagen/Software_Zertifikate/software_zertifikate_node.html), zugegriffen am 01.06.2012

dieser Zugriff durch die Schnittstelle *getTreatmentBudget* umgesetzt worden. So können alle EBM-Leistungen eines Patienten abgerufen werden, die Datumsspanne kann manuell angegeben werden (Abbildung 97).

Anzeigen
Löschen
HL7 Export

Kategorie	Eintrag	Datum	
Z	80033 + 03122 + 32022	12/28/2009	<input type="checkbox"/>
Z	03115 + 03120	12/28/2007	<input type="checkbox"/>
Z	03115 + 03120 + 32022 + 03210	12/28/2007	<input type="checkbox"/>
Z	03115 + 03120 + 32057 + 32089	12/28/2007	<input type="checkbox"/>
Z	32063 + 32060 + 32061 + 32062 + 32083 + 32085 + 32066 + 32065 + 32057 + 32094 + 32101	12/28/2007	<input type="checkbox"/>
Z	80032 + 03112 + 03120	12/28/2007	<input type="checkbox"/>
Z	03112 + 03120 + 01732 + 32040 + 32022	12/27/2006	<input type="checkbox"/>
Z	03115 + 03120 + 32030	12/27/2006	<input type="checkbox"/>
Z	03115 + 32030 + 03120	12/27/2006	<input type="checkbox"/>
Z	03115 + 32057 (UZ:08:28) + 32089 (FT:BZ-Tagespr.) + 32057 (UZ:11:30) + 32089 (FT:BZ-Tagespr.) + 32057 (UZ:14:45) + 32089 (FT:BZ-Tagespr.) + 32057 (UZ:	12/27/2006	<input type="checkbox"/>
Z	32120 + 32058 + 32066 + 32064 + 32068 + 32071 + 32070 + 32056 + 32063 + 32061 + 32062 + 32094 + 32101	12/27/2006	<input type="checkbox"/>
Z	03330	11/09/2010	<input type="checkbox"/>
Z	03212	10/29/2010	<input type="checkbox"/>
Z	03112+03240	10/20/2010	<input type="checkbox"/>
Z	80032D+32022	10/20/2010	<input type="checkbox"/>

**Abbildung 97 – Behandlungsziffern aus dem AIS**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Damit können die Behandlungsziffern aus dem entsprechenden Zeitraum eingefügt werden. Die Korrektheit der eingefügten Daten obliegt gegenwärtig dem behandelnden Arzt. Da theoretisch die Möglichkeit besteht Behandlungsziffern zu ignorieren, um die Behandlungskosten für das Krankheitsbild zu reduzieren, ist das System nicht manipulationssicher. Die Erfassung falscher Daten führt zu einer höheren Ausschüttung, da die Informationen nicht mit der KV abgeleichen werden können. Eine Zuordnung von Behandlungsziffern zu Personen ist aus Datenschutzgründen auf der Seite der KV nicht möglich. Eine automatisierte Zuordnung kann derzeit weder auf Seite der Krankenkassen, diese verfügen nicht über die Behandlungsziffern der KV, noch über die KV vorgenommen werden, da diese keine Zuordnung zwischen den behandelten Personen und den Behandlungsziffern herstellen kann. Ein Abgleich der Gesamtsumme von Arbeitsunfähigkeit und Medikamentenbudgets ist auf diese Art und Weise ebenfalls möglich, dennoch fehlt auch hier den Daten jede semantische Aufbereitung.

Noch schwieriger gestaltet sich die Zuordnung von Krankenhauseinweisungen. Es gibt bei Krankenhauseinweisungen kein fest vorgegebenes Format, die Einweisungen sind in den meisten Systemen über ein Freitextfeld erfasst. Die Hauptdiagnose, die als Grundlage für die Eingruppierung in eine DRG dient, wird nicht hinterlegt, was die Zuordnung einer Einweisung zu einem Krankheitsbild erschwert. Die Krankenkassen und die Krankenhäuser verfügen zwar im Zuge der Abrechnungen über diese Daten, eine Weitergabe personenbezogener Daten an die Praxisnetze gestaltet sich aus Datenschutzgründen allerdings

schwierig. Daher wurde von einer Implementierung von Schnittstellen zur Erfassung der Kennzahlen für die Abrechnung abgesehen. Es muss hier erst eine bessere Datenqualität in den Primärsystemen erreicht werden, um diese Anforderungen umzusetzen. Möglich ist es, die Differenz zwischen vorliegenden Perioden ohne Telemonitoring mit den Perioden abzugleichen in Summe auf Seite der KV abzugleichen. Dies verhindert allerdings die Zuordnung der Kennzahlen der betreuten Patienten zu den behandelnden Ärzten. Gegenwärtig bleibt die Erfassung von Steuerungsdaten daher auf die Compliance von Ärzten und Patienten beschränkt.

### 6.5.5 Vermittlungskomponente

Die Vermittlung der Vitaldaten wird gegenwärtig statisch vorgenommen, indem das Zertifikat des behandelnden Hausarztes fest in die Patientenanwendung eingebunden wird. Eine dynamischere Vermittlung an einen günstigen oder guten Anbieter von Telemonitoring scheint zum gegenwärtigen Zeitpunkt wenig sinnvoll. Dennoch ist es denkbar, dass auch Krankenkassen oder Ärztenetze Zentren für Telemonitoring anbieten, in denen mehr Patienten überwacht werden.

### 6.5.6 Verschlüsselungskomponente

Zur Verschlüsselung der Daten wurde das Zertifikat des Arztes, der den Patienten betreut, fest in die MWA des Patienten eingefügt, da es keinen öffentlich erreichbaren Verzeichnisdienst für Ärztezertifikate gibt. Das Einfügen eines Zertifikates aus einem HBA ist über die Konfigurationsoption in der Anwendungskomponente der MWA möglich. Da die AusweisApp keine hybride Verschlüsselung unterstützt und noch keine AdV Komponente existiert, muss die Verschlüsselung in der Patientenkomponente vorgenommen werden. Damit der Arzt auf der Empfängerseite die Daten entschlüsseln kann, muss der Verschlüsselungsalgorithmus in der MWA für Patienten der des Konnektors folgen. Entsprechend wird, analog zur Verschlüsselung im Konnektor (gematik 2009b), ein hybrider Verschlüsselungsalgorithmus gewählt. Als Verschlüsselungsalgorithmus wird AES mit einer Schlüssellänge von 256 Bit im Cipher Block Chaining Mode verwendet (gematik 2008f). Der symmetrische Schlüssel wird dann im zweiten Schritt wiederum mit einem asymmetrischen Schlüssel aus einem X.509v3-Zertifikat verschlüsselt (gematik 2009b). Zur Verschlüsselung wurde die Bibliothek RijndaelManaged<sup>52</sup> in C# verwendet, die Funktionen der symmetrischen Verschlüsselung auf Basis des AES unterstützt.

Es wurde der Web-Service *PatientEncryption* implementiert, der die drei Methoden *SymAESGenerateKey*, *SymAESEncrypt* und *AsymEncrypt* bereitstellt. Im ersten Schritt muss mit der Methode *SymAESGenerateKey* ein symmetrischer Schlüssel der Länge 256 Bit erstellt werden, um die medizinischen Daten zu verschlüsseln, der den geforderten Cipher Block Chaining Modus verwendet. Die Methode wurde folgendermaßen implementiert:

---

<sup>52</sup> Die Bibliothek RijndaelManaged, die AES Verschlüsselung in C# unterstützt, findet sich unter <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.security.cryptography.rijndaelmanaged.aspx>, zugegriffen am 01.06.2012

```

[WebMethod]
private static string SymAESGenerateKey()
{
    RijndaelManaged symAesEncryption = new RijndaelManaged();
    symAesEncryption.KeySize = 256;
    symAesEncryption.BlockSize = 128;
    symAesEncryption.Mode = CipherMode.CBC;
    symAesEncryption.Padding = PaddingMode.PKCS7;
    symAesEncryption.GenerateIV();
    string randomString = Convert.ToBase64String(symAesEncryption.IV);
    symAesEncryption.GenerateKey();
    string key = Convert.ToBase64String(symAesEncryption.Key);
    string symKey256 = randomString + "," + key;

    return Convert.ToBase64String(ASCIIEncoding.UTF8.GetBytes(symKey256));
}

```

Im zweiten Schritt müssen der Schlüssel und das medizinische Dokument mit den Vitaldaten des Patienten an die Methode *SymAESEncrypt* übergeben werden, um den symmetrischen Teil der Verschlüsselung abzuschließen.

```

[WebMethod]
private static string SymAESEncrypt(string symKey256, string vitalData)
{
    RijndaelManaged symAesEncryption = new RijndaelManaged();
    symAesEncryption.KeySize = 256;
    symAesEncryption.BlockSize = 128;
    symAesEncryption.Mode = CipherMode.CBC;
    symAesEncryption.Padding = PaddingMode.PKCS7;
    symAesEncryption.IV = Convert.FromBase64String(ASCIIEncoding.UTF8.GetString(
        Convert.FromBase64String(symKey256).Split(',')[0]));
    symAesEncryption.Key = Convert.FromBase64String(ASCIIEncoding.UTF8.GetString(
        Convert.FromBase64String(symKey256).Split(',')[1]));
    byte[] plainText = ASCIIEncoding.UTF8.GetBytes(vitalData);
    ICryptoTransform crypto = symAesEncryption.CreateEncryptor();
    byte[] encData = crypto.TransformFinalBlock(plainText, 0, plainText.Length);

    return Convert.ToBase64String(encData);
}

```

Im dritten Schritt folgt die asymmetrische Verschlüsselung des symmetrischen Schlüssels mit dem öffentlichen Schlüssel aus dem Zertifikat des Arztes, der den Patienten betreut. Hierzu wurde die Bibliothek<sup>53</sup> *RSACryptoServiceProvider* verwendet. Das Zertifikat wird von dem lokalen Speicherort geladen. Der symmetrische Schlüssel aus der Methode *SymAESGenerateKey* wird als zu verschlüsselnder Parameter übergeben. Aus dem Zertifikat wird der öffentliche Schlüssel des Adressaten extrahiert und zur Verschlüsselung des

<sup>53</sup> Die Bibliothek *RSACryptoServiceProvider* zur asymmetrische Verschlüsselung <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.security.cryptography.rsacryptoserviceprovider.aspx>, zugegriffen am 01.06.2012

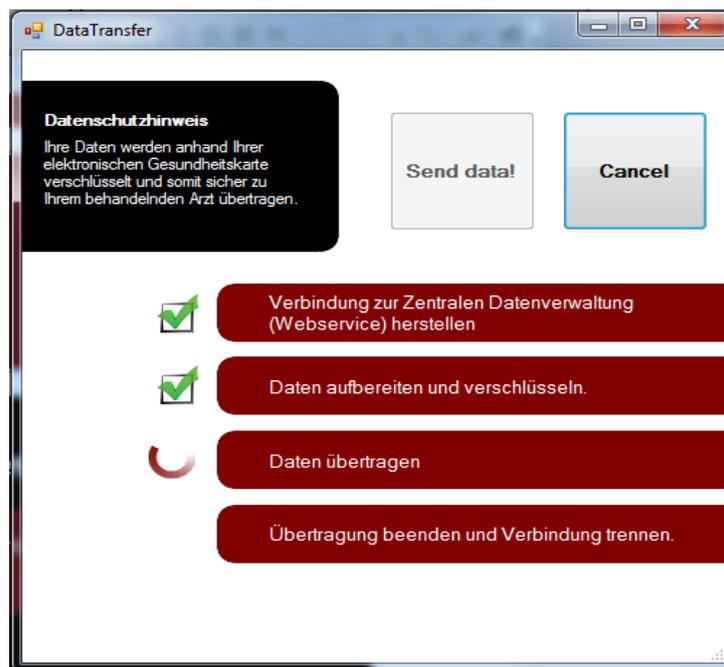
symmetrischen Schlüssels genutzt. Die asymmetrische Verschlüsselung erfolgte nach dem folgenden Muster:

```
[WebMethod]
private static void AsyncEncrypt (string symKey256, string certificateLocation)
{
    string Certificate = System.IO.File.ReadAllText(@certificateLocation);
    X509Certificate cert = X509Certificate.CreateFromCertFile(Certificate);

    byte[] pubKey = cert.GetPublicKey();
    byte[] plainData = Encoding.UTF32.GetBytes(symKey256);

    RSACryptoServiceProvider cryptoService = new RSACryptoServiceProvider();
    cryptoService.Encrypt(plainData, false);
}
```

Die Verschlüsselung und Übertragung der Daten wird über ein einfaches Nutzerinterface vollzogen. Die Verschlüsselung wird automatisiert durchgeführt und eine Verbindung zum Web-Service des Praxisnetzes aufgebaut, wo der verschlüsselte Datensatz zum Abruf bereitgestellt wird (Abbildung 98).



**Abbildung 98 – Verschlüsselung und Übertragung von Vitalparametern**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Die Entschlüsselung der Daten kann über den Konnektor vorgenommen werden, sie orientiert sich daher an der Sicherungskomponente, die in Kapitel 6.3.7 vorgestellt wurde.

### 6.5.7 Evaluierung

Die MWA zum Telemonitoring zeigt auf Patientenseite grundsätzlich andere Charakteristika als die MWA, die zur Kooperation zwischen Leistungserbringern eingesetzt wurde. Generell gestaltet sich die Umsetzung schwieriger, da viele Basistechnologien auf Seite der Patienten noch nicht im ausreichenden Maß zur Verfügung stehen. Zwar wurden die Basistechnologien, wie ePA, eGK und das e-Card-Framework hinreichend spezifiziert, die Bereitstellung der dazugehörigen Software ist allerdings noch sehr lückenhaft. An vielen Stellen musste daher in der Implementierung improvisiert werden.

Weitere Probleme ergaben sich bei der Implementierung im Zuge der Erfassung von Steuerungsdaten zur Abrechnung. Während die Behandlungsziffern aus dem Primärsystem des behandelnden Arztes abgerufen und an den Abrechnungsdienst übertragen werden können, gestaltet sich die strukturierte Erfassung von Krankenhauseinweisungen kompliziert. Es fehlen semantisch codierte Einträge, die Zuordnungen zu Diagnosen möglich machen. Die Umsetzung der Abrechnung nach dem Marktmodell aus Kapitel 4.4.3.4 war daher zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich.

**Tabelle 32 – Funktionstests der Komponenten des Telemonitoring**

*Quelle: Eigene Darstellung*

Schicht	Sender	Empfänger
1	Voll funktionsfähig für die Erfassung des Gewichts über einen Web Service, der ein Wii BalanceBoard anspricht.	Adapter erweitert, um Arbeitsunfähigkeit und EMB-Behandlungskennziffern abzurufen.
2	Voll funktionsfähig	Voll funktionsfähig
3	Keine API zur SignaturApp verfügbar, manuelle Signatur mit eGK und nPA möglich.	Verifizierung nicht möglich, da keine Patientenzertifikate verfügbar.
4	Kein HL7 CDA Format für Vitaldaten verfügbar, TUM-XML Wrapper voll funktionsfähig.	Kein HL7 CDA Format für Vitaldaten verfügbar, TUM-XML Unwrapper voll funktionsfähig.
5	Voll funktionsfähig.	Zuordnung von Compliance möglich, EBM und Arbeitsunfähigkeit fehleranfällig. Krankenhauseinweisungen nicht nach Diagnose zuordenbar.
6	Voll funktionsfähig, nur statische Vermittlung an einen Arzt.	Voll funktionsfähig.
7	Voll funktionsfähig.	Voll funktionsfähig.

## 6.6 Zusammenfassung

Durch die Reflexion der dritten Forschungsfrage wird die Implementierung der Software-Architektur aus Kapitel 5 in drei MWA zusammengefasst:

*FF3: Welche Implikationen ergeben sich aus der Implementierung und Evaluierung von Mehrwertanwendungen, die auf Basis der Architekturempfehlung umgesetzt wurden?*

Die Implementierung bindet verschieden externe Systeme und Dienste ein. Zur Umsetzung der Adapterschicht wurde auf zwei AIS und einen Sensor zugegriffen. Während die Integration des Sensors ohne größere Probleme möglich war, ergeben sich beim Zugriff auf proprietäre AIS Probleme bezüglich Heterogenität und Qualität der Daten. Ohne einheitliche Schnittstellen ist ein zuverlässiger Adapter schwerlich zu erstellen und zu nutzen, da sich die Struktur der Systeme nur nach detailliertem Reverse Engineering ableiten lässt und der Adapter anfällig gegen Veränderungen in den AIS ist. Eine Initiative zur Vereinheitlichung der Schnittstellen zu AIS ist daher essentiell, wenn diesen Systemen nicht die Exklusivnutzung der TI vorbehalten bleiben soll. Die Aufbereitung der Daten in der Applikationsschicht war hingegen nach verschiedenen Kriterien möglich. Fokussiert wurden: Einfachheit (Patienteninformationen), Übersichtlichkeit, (medizinische Daten auf ärztlicher Seite) und Nachvollziehbarkeit (Anlehnung an bestehende Formulare). Ferner erhielten alle MWA einer einheitlich gestalteten Oberfläche. Die zur Verfügung stehenden medizinischen Datenformate (HL7 CDA und gematik VODD) konnten genutzt werden, um in der Interoperabilitätsschicht Daten für verteilte Anwendungen aufzubereiten. Die Autorisierungs-, Vermittlungs- und Sicherungsschicht zeigen die Vorzüge der übergreifenden TI auf. Die Verwendung von Digitaler Signatur und Verschlüsselung über den Konnektor war ohne Probleme möglich, es standen vielfältige Optionen zur Verfügung, um die Autorisierung und die Sicherung umzusetzen. Das Fehlen der zentralen Verzeichnisdienste machte jedoch eine Signaturverifikation unmöglich. Ähnliche Einschränkungen ergaben sich in der Vermittlungs- und Sicherungsschicht, da für die zielgerichtete, verschlüsselte Weiterleitung keine Zertifikate abrufbar waren und einheitliche, zentrale Austauschdienste fehlen. Auf Patientenseite, wo kein Konnektor zur Verfügung stand, waren die Implementierungen jener Schichten aufwendiger, verfügbare Frameworks ermöglichen jedoch eine Umsetzung. Die Konzeption der Steuerungsdatenschicht wirft in verschiedene Probleme auf. Es ist nicht möglich, aus den bestehenden Behandlungsdaten die anforderungsgetreuen Steuerungsdatensätze abzuleiten. Eine erneute Erfassung verstößt gegen Vorbehalte bezüglich redundanter Datenerfassung. Eine Vergütung und Qualitätssicherung auf Ebene der Bestandsdaten weißt jedoch große Lücken auf, da bspw. nicht nachvollziehbar ist, aufgrund welcher Diagnose eine Krankenhauseinweisung erfolgte.

Die Evaluierung bezieht sich in der vorliegenden Dissertation ausschließlich auf die Implementierung. Der Fokus liegt auf der Darstellung der Umsetzbarkeit von MWA, nicht auf optimierter Konzeptionsgüte. Eine andere Konzeption ist möglich und zwingend, wenn die Komponenten der TI vollständig verfügbar sind. Eine Reihe improvisierter Lösungen, die durch die lückenhafte Infrastruktur notwendig wurden, ist langfristig nicht wünschenswert.

## 7 Bewertung der Ergebnisse und Ausblick

Im letzten Abschnitt der Dissertation werden die Ergebnisse zusammengefasst, der theoretische Erkenntnisfortschritt dargelegt und die praktischen Implikationen ausgeführt. In einem Ausblick sollen weitere Entwicklungen beleuchtet werden, die sich im Kontext von MWA im Gesundheitswesen ergeben.

### 7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

#### 7.1.1 Ergebnisse der Problemanalyse

In der vorliegenden Arbeit wurden, nach Einführung in die Thematik und die Grundzüge des deutschen Gesundheitssystems, grundlegende Probleme der Informationslogistik identifiziert, die sich im Kontext der gegenwärtigen Datenverarbeitung im Gesundheitswesen ergeben. Die ersten drei Probleme wurden bereits in der Literatur beschrieben, sie folgen direkt aus der gegenwärtigen Verwendung von isolierten Standardsystemen und papierbasierten Versorgungsprozessen. Sie bedingen zusätzliche Arbeitsaufwände, die durch redundante Datenerfassung entstehen, Informationspathologien, die zur Gefährdung von Patientensicherheit führen, und Sicherheitslücken, die aus den gegenwärtigen Kommunikationsstrukturen erwachsen. Probleme bezüglich der Gesundheitstelematik offenbarten sich im Rahmen der dreijährigen Forschungsarbeit im Praxisnetz GO IN, wo die Einführung der eGK begleitet wurde. Regionale und vernetzte Versorgungsstrukturen scheitern gegenwärtig oft, da individuelle Anforderungen aufgrund der heterogenen und proprietären Systemlandschaft nicht eingebunden werden können. Das Behandlungsangebot deckt momentan nur die sektorale Versorgung ab. Budgets für die Integration verteilter Systeme sind oft nicht vorhanden. Es gibt ferner kaum finanzielle und fachliche Anreize für eine übergreifende Vernetzung. Dies führt zu einer Verbreitung unsicherer digitaler Kommunikationsmedien, wie e-Mails, die vermehrt zum Informationsaustausch zwischen Ärzten verwendet werden. Weitere Probleme ergeben sich im Hinblick auf die Telematik und das Konzept von MWA. Eine Integration von angepassten MWA in die Systemlandschaft von Ärztenetzen ist oft nicht möglich, da nur die Primärsysteme als Dienstnutzer der TI vorgesehen wurden. So wird die Zahl der Anbieter auf die Hersteller der Bestandssysteme begrenzt, was die Entwicklung von innovativen MWA einschränkt. Daher müssen MWA neben den verwendeten Primärsystemen etabliert werden, genormte Schnittstellen für den Zugriff auf die bestehende IT-Infrastruktur fehlen jedoch bisher weitgehend. Der geringe Wissensstand der Ärzte bezüglich der Gesundheitstelematik lässt ein realistisches Meinungsbild kaum zu und führt zu Ängsten vor Überforderung, da sich die Ärzte als zentraler Ansprechpartner für ihre Patienten bezüglich Telematikanwendungen sehen. Die Gegner eines vernetzten Gesundheitswesens, die eine Transition zu mehr Transparenz und evidenzbasierten Strukturen ablehnen, da sie von intuitionsbasierten Behandlungen profitieren, dominieren das öffentliche Meinungsbild, obwohl die Mehrzahl der Ärzte die Konzepte der Gesundheitstelematik befürwortet. Die zentrale Datenspeicherung wird sowohl von den Gegnern als auch den Befürwortern der TI abgelehnt, da die Diskussion über den

gläsernen Patienten die öffentliche Debatte dominiert, sollte unbedingt auf die persistente und zentrale Speicherung von Patientendaten verzichtet werden.

### 7.1.2 Ergebnisse der Anforderungsanalyse

Es wurde ein Anforderungskatalog mit übergreifenden Anforderungen für MWA erstellt, die sich an den herausgearbeiteten Problemen orientieren. Demnach müssen MWA der TI einen dezentralen Ansatz nutzen, der lokale Datenbestände zwischen den Institutionen synchronisiert, ohne dass Patientendaten dauerhaft zentral gespeichert werden. Um den Ängsten vor Überforderung Rechnung zu tragen, sollten sich Prozesse, die in MWA abgebildet werden, an etablierten Versorgungsabläufen orientieren. Ferner müssen administrative Aufgaben in den Anwendungen von den medizinischen getrennt werden, um sie an Praxishelfer oder Patienten weiterdelegieren zu können. Durch die Integration von Primärsystemen und MWA soll die Notwendigkeit einer redundanten Datenerfassung eliminiert werden. Die in MWA abgebildeten Prozesse sollten entweder im Rahmen der KV-Regelversorgung vergütet werden oder den bestehenden Prozess komplett ersetzen und ein Geschäftsmodell im Rahmen eines Integrierten Versorgungsvertrags bereitstellen. Um solche Verträge auf regionaler Ebene umzusetzen, müssen Praxisnetze die Möglichkeit erhalten individuelle Anforderungen in MWA einzubringen.

Neben den nichtfunktionalen Aspekten wurden funktionale Anforderungen für drei kooperative Szenarien mit hohem Nutzenpotential identifiziert, die als MWA im Praxisnetz umgesetzt werden sollen. Das elektronische Termin- und Überweisungsmanagement nutzt ein elektronisches Überweisungsformular, um medizinische Daten von Hausärzten an Fachärzte zu übermitteln. Dabei wurde auf den etablierten Prozess der Facharztüberweisung zurückgegriffen, der digitalisiert und weiterentwickelt wurde. Die Vermittlung der Überweisung geschieht über eine elektronische Terminvereinbarung, die den Datensatz verschlüsselt an den Facharzt weiterleitet, bei dem ein Patient einen Termin vereinbart hat. Alle Termine werden über eine zentrale Terminplattform des Praxisnetzes verwaltet. So konnte gezeigt werden, wie etablierte Prozesse durch Anforderungen von Ärzten für MWA erweitert werden können. Die Autorisierung medizinischer Dokumente wird mit der Terminvereinbarung verbunden, was zwei Arbeitsschritte zusammenfasst. Dabei wurde auch das Problem der langen Wartezeiten für Facharzttermine adressiert, deren telefonische Koordination großen Aufwand für die Arztpraxen bedeutet. Der Datenfluss zwischen Patienten, Krankenhäusern, Haus- und Fachärzten wird in reguläre Kommunikationsmuster etabliert, die den bestehenden Rahmen der sektoralen Versorgung und der damit verbundenen Verordnungs- und Autorisierungsprozesse nutzt.

Das Szenario des elektronischen Managements von Hilfsmittelverordnungen baut ebenfalls auf einem etablierten Verordnungsprozess auf. Der Ansatz wird mit marktwirtschaftlichen Elementen erweitert, indem die Bündelung von Verordnungen im Rahmen eines Ärzteverbandes angestrebt wird. Verordnungen werden digitalisiert und zielgerichtet an Sanitätshäuser vermittelt, die sich auf den elektronischen Markt des Ärzteverbandes engagieren und Rabatte anbieten. Die Einsparungen, die im Rahmen der Verordnungs-

bündelung entstehen, werden über einen Integrierten Versorgungsvertrag partiell an die Leistungserbringer weitergegeben, um Anreize für die Nutzung des Prozesses zu erreichen.

Das Szenario für Telemonitoring von Patienten mit Chronischer Herzinsuffizienz versucht stationäre Behandlungskosten, die durch Dekompensation entstehen, durch gezielte Sekundärprävention zu vermeiden. Dafür wird über eine MWA die tägliche Überwachung von Vitalparametern sichergestellt. Ärzte erhalten einen Überblick über die wichtigsten Indikatoren ihrer Patienten in einer übersichtlichen Ansicht, um im Fall von schlechten Krankheitsverläufen frühzeitig intervenieren zu können. Die Einsparungen, die im Vergleich zu vorherigen Perioden ohne Telemonitoring, erzielt werden, sollen über einen strukturierten Schlüssel an die Prozessteilnehmer ausgeschüttet werden. Dabei wird ein Markt für innovative Anwendungen zum Telemonitoring angestrebt. Patienten werden für gute Kooperation honoriert und Ärzte bekommen die Überwachung auf Basis einer leistungsbezogenen Vergütung vergütet.

### 7.1.3 Ergebnisse der Architekturspezifikation

Im Zuge der Architekturspezifikation wurde eine Schichtenarchitektur definiert, die es ermöglicht, die vielfältigen Anforderungen, die sich in der Domäne Gesundheitswesen ergeben, in eindeutige Funktionseinheiten zu gliedern. Es entstanden sieben Schichten mit wohldefinierten Aufgaben, die im Zuge einer MWA berücksichtigt werden müssen. Dies fördert die Modularität und Struktur dieser Anwendungen, die nicht in Gänze durch staatliche Institutionen überwacht werden können. Für jede Schicht wurden Ein- und Ausgabeparameter definiert und die Datentransformation beschrieben, die innerhalb der Schicht vorgenommen wird. Da die Funktionen einer Schicht aus der Kombination der dazu notwendigen Aufrufe von Web-Services besteht, wurden Regeln für ein Service Ecosystem für MWA beschrieben und die Dienste nach den Interessensgruppen aufgegliedert, die sie bereitstellen werden.

### 7.1.4 Ergebnisse der Implementierung und Evaluierung

Die Implementierung entwirft Softwarekomponenten für jede Schicht der Architektur, um so die drei Szenarien abzubilden, die in der Anforderungsanalyse definiert wurden. Dabei wurden die drei MWA aus der Anforderungsanalyse implementiert. Entwurf und Implementierung der jeweiligen Komponenten wurden ausführlich beschrieben und die Ergebnisse dargestellt. Das elektronische Termin- und Überweisungsmanagement wurde in Gänze umgesetzt, alle Schichten wurden vollständig implementiert. Ein Adapter integriert die Primärsysteme, die als Datenquelle und Zielsystem fungieren, synchronisiert deren Daten über ein interoperables Überweisungsformular auf Basis von HL7 CDA, das digital signiert werden kann. Die Vermittlung geschieht über eine Terminplattform, Ärzte können ihre Termine freigeben, Patienten und Praxishelfer diese Termine buchen. Bei einer Buchung wird das Zertifikat des Zielarztes verwendet, um die Daten für die Zielperson zu verschlüsseln. So entfällt die Autorisierungsaufgabe des Patienten, wenn er den Datensatz vollständig für den Adressaten freigeben möchte. Das Hilfsmittelmanagement ermöglicht es, einen Verordnungsdatensatz, der sich an die Spezifikationen des gematik VOIDD anlehnt, zu

erstellen und zu signieren. Der Datensatz kann einem Angebot für Hilfsmittel zugeordnet werden, das Sanitätshäuser auf dem elektronischen Marktplatz einstellen. In der Steuerungsdatenkomponente werden Einsparungen errechnet, die sich aus Rabatten ergeben, und für die Leistungserbringer aufbereitet. Die MWA zum Telemonitoring bindet eine Personenwaage als Sensor an, die über einen Web-Service gekapselt wird. Die Vitaldaten können sicher an eine MWA für Ärzte übermittelt werden, wo sie in einer Übersicht und mit Farbkodierung aufbereitet werden. Die Datenformate der MWA wurden aus den Formaten bisher spezifizierter Fachanwendungen und übergreifenden Medizinischen Standards übernommen und angepasst. Die Standards HL7 CDA und VODD konnten für Hilfsmittel und Überweisungen nicht in der vorliegenden Form verwendet werden, sie wurden daher auf die Anforderungen der MWA zugeschnitten.

Alle Softwarekomponenten wurden über Funktionstests evaluiert und die beschriebenen Szenarien im Rahmen der Anwendung auf Durchführbarkeit und Vollständigkeit evaluiert.

## 7.2 Theoretischer Beitrag

Der Beitrag erhebt und strukturiert wichtige Anforderungen der Domäne des deutschen Gesundheitswesens, in einer übergreifenden Referenzarchitektur für verteilte medizinische Anwendungen. Die Aspekte: Einbindung von Altsystemen, Interoperabilität, Autorisierung, Prozesssteuerung, Nachrichtenvermittlung und Sicherheit, die in schon in vorherigen Architekturansätzen untersucht wurden, werden in einer abstrakten Referenzarchitektur vereinigt und in einen strukturierten Zusammenhang gebracht. So entsteht eine abstrakte Designtheorie (Gregor 2006) für verteilte Systeme in einer Domäne, die auf gemeinsame zentrale Datenhaltung verzichten muss, hohen Kooperations- und Sicherheitsanforderungen unterliegt und weder gemeinsames Management bzw. noch übergreifende IT-Governance aufweist. Die Architektur stellt eine Theorie, nach Gregor (2006, 628) ein abstraktes Artefakt, für die Konstruktion von Systemen in der beschriebenen Domäne dar. Die Instanziierungen, von Gregor (2006, 628) als materielle Artefakte bezeichnet, sind die anforderungsbezogenen Architekturinstanzen und die konkret implementierten MWA. Tabelle 33 zeigt die Einordnung des theoretischen Beitrags nach Gregor/Jones (2007, 324) in Anlehnung an Mauro (2012)

**Tabelle 33 – Elemente einer Designtheorie zur Entwicklung verteilter MWA**

*Quelle: In Anlehnung an Gregor/Jones (2007, 324)*

Nr.	Typ	Beschreibung
1	Zweck und Domäne	Der Anwendungsbereich sind verteilte Versorgungsstrukturen, die trotz heterogener und proprietärer Informationssysteme individuelle softwaregestützte Kooperationsprozesse implementieren möchten.
2	Konstrukte	Behandlungsprozesse, Vergütungsstrukturen, Altsysteme, Sicherheitsanforderungen, Autorisierungsrichtlinien, TI.

3	Form- und Funktionsprinzipien	Integration verteilter System, dezentrale Datenhaltung, interoperable Datennutzung, modulare Aufbereitung der Funktionseinheiten, Schichtung der Module, Umsetzung der Funktionen als Web-Services.
4	Veränderbarkeit des Artefakts	Die Veränderbarkeit der Software-Architektur wurde durch die Implementierung von drei verschiedenen Instanzen belegt, da drei Applikationen mit heterogenen Kommunikationsmustern umgesetzt wurden.
5	Nachprüfbar Annahmen	Ziel der Dissertation war, bestehende Probleme in der Informationsverarbeitung durch MWA zu adressieren. Die Probleme wurden in Anforderungen übersetzt, die mit Hilfe der Design Theorie implementiert wurden. Die entstanden MWA zweigen die Adressierung der Probleme.
6	Rechtfertigbares Wissen	Die Erkenntnisse basieren auf umfassenden Vorarbeiten im Bereich von Architekturdefinitionen, Architekturstilen, Komponentendesign und medizinischer Informationsverarbeitung. Etablierte Standards (bspw. SOA, HL7, CDA) wurden in Behandlungsprozesse überführt und implementiert.
7	Implementierungshinweise	Modularisierung von Behandlungsprozessen, Einbindung der TI, Verwendung von Standards, Fallbasierte Anforderungsanalyse.
8	Beispielhafte Instanzen	Drei MWA: Elektronisches Überweisungs- und Terminmanagement, Marktplatz für Hilfsmittelverordnungen und Telemonitoring für chronische HI.

Die Referenzarchitektur reiht sich damit in die Beiträge zum Software Engineering ein, die Systementwicklungsansätze für verschiedene Domänen anbieten (Gregor 2006). Die generischen Software-Architekturen und Architekturstile wurden auf die Domäne des Gesundheitswesens abgebildet und um spezifische Elemente angereichert. Die Verifikation der Architektur, die MWA für Überweisung, Verordnung und Telemonitoring, stellen ferner frühe Prototypen für Telematikanwendungen dar, die Anforderungen auf Basis der technischen Infrastruktur der deutschen Gesundheitstelematik umsetzt, wie es in (Hevner/March/Park 2004) für neue Technologien gefordert wird.

### 7.3 Praktische Implikationen

Softwareentwickler erhalten mit diesem Beitrag eine Diskussionsgrundlage für wichtige Architekturentscheidungen, aus denen sie konkrete Designentscheidungen ableiten können. Nutzenpotentiale können auf Basis einer wohldefinierten Referenzarchitektur umgesetzt werden, deren Eckpunkte direkt aus den Anforderungen der Leistungserbringer abgeleitet

wurden. So wird der Forderung nach stärkerer Integration der Nutzer in die Weiterentwicklung der Telematik Rechnung getragen. Ferner werden die Potentiale bei der Entwicklung von MWA stärker in den Fokus von Behörden und gematik gerückt, um die Chancen aufzuzeigen, die sich mit der Einführung der eGK - jenseits der vieldiskutierten Fachanwendungen - ergeben. Die Entwicklung der vorgestellten MWA stieß bei den beteiligten Ärzten auf großes Interesse, da sie gegenwärtig viele Ressourcen für die Koordination von Terminen aufwenden müssen. Die Einführung der eGK als eine notwendige Voraussetzung für solche Prozesse darzustellen, die ohne digitale Signatur und einheitliche Verschlüsselung nicht umzusetzen sind, kann die Wahrnehmung der Gesundheitstelematik erheblich verbessern. Weitere Anwendungen wurden auf Basis des Architekturmodells diskutiert und umgesetzt. Die Erfassung von Vitalparametern durch Patienten und deren Kommunikation zu niedergelassenen Ärzten im Rahmen von Telemonitoring-Programmen wurde untersucht, auch die strukturierte digitale Kommunikation zwischen Ärzten und Sanitätshäusern konnte in einer MWA zum Verordnungsmanagement implementiert werden, die der vorgestellten Referenzarchitektur folgt. So konnten unterschiedlichste Kommunikationsmuster in der Dissertation diskutiert werden, an die in der Praxis angeknüpft werden kann. Es zeigten sich erhebliche Potentiale zur Wiederverwendung von bestehenden Modulen und eine wohldefinierte Struktur der Programme. Auch die Beschreibungen detaillierter Geschäftsmodelle für MWA können von den Interessensgruppen im Feld aufgenommen und weitergeführt werden.

Komponenten, wie die Interoperabilitätskomponente können in vielen MWA wiederverwendet oder angepasst werden. Die Dissertation stellt somit eine Erweiterung des Service Ecosystems für Telematikanwendungen dar. Ferner wurde die Spezifikation des elektronischen Arztbriefes für den interoperablen Transport von medizinischen Daten angepasst, die elektronische Verordnung der gematik entsprechend für Hilfs- oder Heilmittel. Damit entstanden nützliche Softwareartefakte, die in weitere Anwendungen einfließen können und eine Standardisierung unterstützen. Vielen neuen Basistechnologien, die im Zuge der Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung angeboten werden, z.B. nPA, eGK oder HBA, wurden exemplarisch eingebunden und verwendet. Dabei wurden Implementierungshinweise erarbeitet, die zeigen wie die einzelnen Komponenten angesprochen werden können. Auch eine Einordnung dieser Technologien in Versorgungsprozesse wurde vorgenommen.

## 7.4 Ausblick

Der Bedarf an integrierten und regional angepassten Behandlungsprozessen im deutschen Gesundheitswesen bedingt die Entwicklung von verteilten Softwareanwendungen. Die Kooperation über eine gemeinsame zentrale Patientenakte wird von vielen Ärzten nachhaltig abgelehnt. Institutionsübergreifende Prozesse der bestehenden IT bereitzustellen ist aufgrund der großen Diversität proprietärer und geschlossener Primärsysteme jedoch nicht möglich. Angepasste Prozesse können durch verteilte MWA strukturiert konzipiert und implementiert werden, wie die vorgestellten Szenarien gezeigt haben. Entwickler können zukünftig in strukturierter Art und Weise solche MWA implementieren, wenn sie den Vorgaben der vorgestellten Referenzarchitektur folgen. Auf jeder Schicht können für wohldefinierte

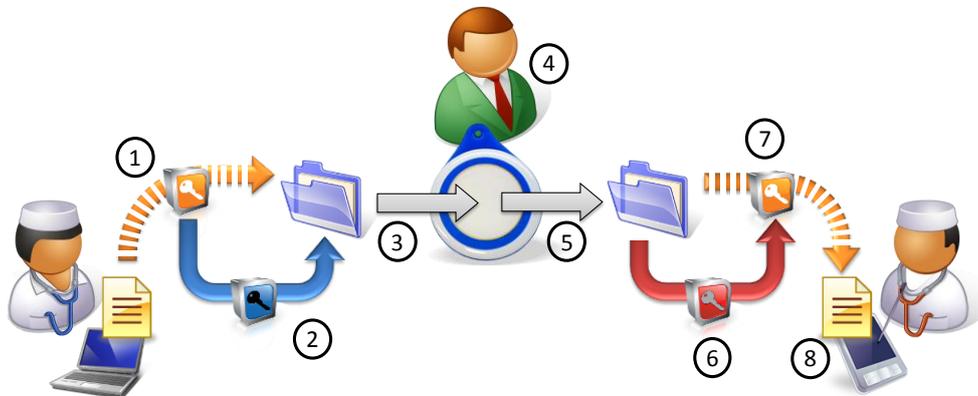
Funktionseinheiten Standards festgelegt und Anforderungen erhoben werden, um wichtige Kriterien, die bei medizinischen Anwendungen bedeutend sind, zu berücksichtigen. Etablierte Komponenten können in ähnlichen Anwendungsfällen wiederverwendet werden, um die Entwicklungsaufwände zu reduzieren. Langfristig kann so ein umfangreiches Service Ecosystem um die eGK entstehen, das viele etablierte Konzepte aus der Informatik umsetzt. Die Entwicklung in der Mobilfunkbranche kann dabei als eine Referenz angesehen werden, wengleich Sicherheits- und Datenschutzaspekte in Gesundheitswesen einen höheren Stellenwert einnehmen werden. Die Gesundheitstelematik muss in MWA nicht in vollem Umfang genutzt werden, sie stellt in vielen Bereichen vielmehr eine nützliche Unterstützung bereit, um Anforderungen umzusetzen, die von vielen Leistungserbringern nachdrücklich gefordert werden. Der Nutzenaspekt kann so in den Vordergrund gestellt werden, da wichtige Sicherheitsaspekte bereits in die Entwicklung der Referenzarchitektur eingeflossen sind.

Die Bedeutung der TI wurde speziell in den Autorisierungs-, Signatur- und Verschlüsselungskomponenten sichtbar. Hier stellt die Telematik fertige Lösungen zur Verfügung, die im Rahmen von MWA verwendet werden können. Diese können zwar auch als individuelle Lösungen in Praxisnetzen umgesetzt werden, etwa indem Signaturkarten in Praxisnetzen eingeführt werden. MWA, die rechtsverbindliche Signaturen erfordern und Patientendaten übertragen, benötigen jedoch eine übergreifende Institution, die diese Funktionen zur Verfügung stellt, da Ärzte eine übergreifende Sicherheitsarchitektur voraussetzen. Eine Neubewertung der Kosten und Nutzen der TI sollte in diesem Kontext vorgenommen werden, da die vorgestellten MWA Potentiale zur Erlössteigerung, zur Erzielung von Skaleneffekten und der Effizienzsteigerungen beitragen können. Der Nutzen und die Kosten der Infrastruktur dürfen nicht ausschließlich über die Ersparnisse definiert werden, die im Rahmen der vorgegebenen Fachanwendungen erzielt werden können. Das größte Problem stellt gegenwärtig noch die Einbindung von Altsystemen dar. Die etablierten Hersteller zeigen wenig Interesse an einer Öffnung ihrer Systeme, da sonst im Bereich von MWA neue Konkurrenten entstehen. Dennoch bringt die Implementierung von MWK außerhalb der geschlossenen Systeme auch Vorteile für die Hersteller, da sie nicht in jedem System einzeln implementiert werden müssen. Dennoch stellt die technische und Heterogenität eine große Herausforderung im Gesundheitswesen dar. Eine verbindliche Standardisierung der Schnittstellen von Primärsystemen dürfte die Integration im Gesundheitswesen deutlich voranbringen und die Entstehung von MWA fördern.

#### 7.4.1 Neue Technologien und mobile Geräte

Dass die Bindung an Primärsysteme im Gesundheitswesen abnehmen wird, ist mit der Verbreitung von ubiquitären und mobilen Endgeräten wahrscheinlich. Im Zuge des patientenzentrierten Gesundheitswesens, das eine alternde Gesellschaft versorgen muss, werden die Aspekte Telemedizin und Mobilität größere Bedeutung einnehmen. Die abnehmende ärztliche Versorgungsdichte in der Fläche wird durch den Einsatz von mobilen Geräten und Telekonsultationen abgedeckt werden müssen. Neue Technologien aus anderen Bereichen können als Ergänzungen eingesetzt werden. So wurde in einer MWA für die Speicherung von verschlüsselten Notfalldaten auf Basis von Near Field Communication (NFC) Tags gezeigt (Abbildung 1), dass ein sicherer Datenspeicher, der in festen Positionen

angebracht wird, einen zentralen Dienst oder einen Kartendienst ersetzen kann (Dünnebeil et al. 2011b).



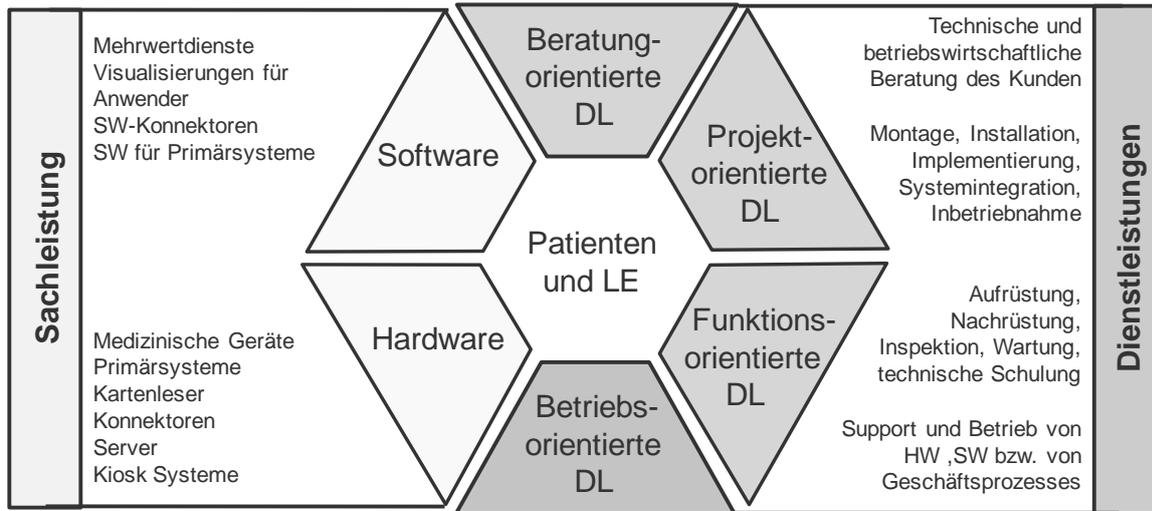
**Abbildung 99 – Speicherung von verschlüsselten Patientendaten auf einem NFC-Tag**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2011b)

Die Verschlüsselung der Daten kann über die vorgestellten Sicherungskomponenten realisiert werden, die diensthabenden Ärzte müssen vorher aus einem Verzeichnis ausgewählt werden (Dünnebeil et al. 2011b). So können Altenheime mit Informations-Tags versehen werden, auf denen Behandlungskräfte und Hausärzte Daten ablegen, die von Notärzten in kurzer Zeit eingelesen werden können (Dünnebeil et al. 2010d). Damit wird auch in diesem Bereich eine zentrale Datenspeicherung vermieden. Die MWA auf den mobilen Geräten können auf Basis der Architekturdefinition realisiert werden. Eine Verschlüsselung für den Adapter ist jedoch langfristig zwingend, wenn Patientendaten von außerhalb der Praxen abgerufen werden sollen. Datenskandale, wie sie in Applikationen von Mobilfunkanwendungen aufgetreten sind (O'Brien 2010), können so vermieden werden, wenn eine Referenzarchitektur ein bindendes Element für mobile Telematikanwendungen wird.

#### 7.4.2 Geschäftsmodelle

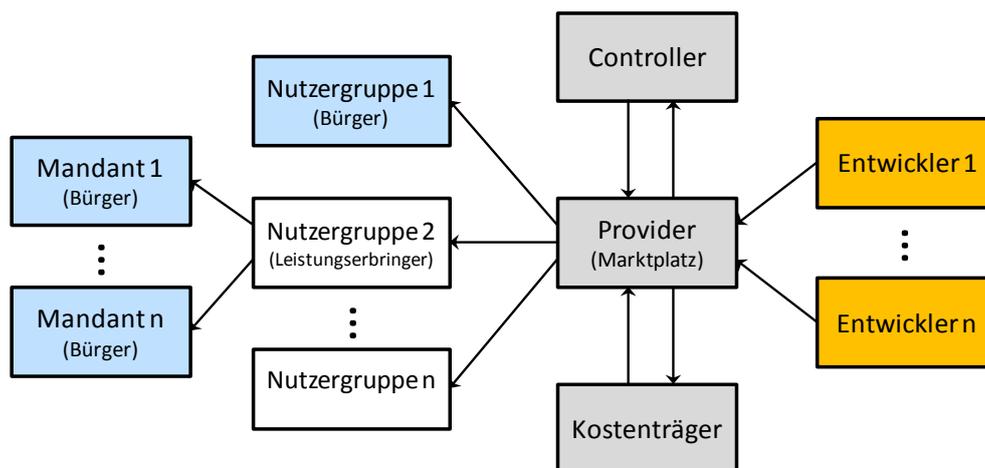
Im Zuge der Vernetzung des Gesundheitswesens können sich mehrere Geschäftsmodelle ergeben, die rund um die Telematik von Bedeutung sind. Drei Geschäftsmodelle für Ärzte und ihre Verbünde wurden in der Dissertation beschrieben. Es werden sich im Kontext der TI und ihrer MWA weitere Geschäftsmodelle ergeben. Neben den bereitzustellenden Produkten, wie Anwendungen, medizinischen Geräten, Konnektoren und Kartenlesern, wird auch eine Dienstleistungsbranche von Nöten sein, die projektorientierte Leistungen für Praxisnetze bereitstellt oder Support für MWA und die dazugehörigen Hardware anbietet (Abbildung 100). Die Ausstattung von Patientenwohnungen mit Telemonitoring-Komponenten und die Wartung von MWA in Arztpraxen stellen einen nicht unerheblichen Zusatzaufwand dar, der bei den Kostenkalkulationen von MWA berücksichtigt werden muss.



**Abbildung 100 – Geschäftsmodelle im Zuge der Einführung der eGK**

Quelle: (Dünnebeil et al. 2009b)

Um den Markt der MWA für eine breite Basis von Entwicklern zu öffnen, wie es im Mobilfunkmarkt geschehen ist, bedarf es klarer Regeln für Konzeption, Implementierung und Bereitstellung der Anwendungen. Die Anzahl der Varianten von Anwendungen ist erheblich, da verteilte Anwendungen für zahlreiche Nutzergruppen, wie Patienten, Ärzten, Apothekern, oder Krankenkassen, adaptiert werden müssen (Dünnebeil/Leimeister/Krcmar 2011a). Durch die Vielzahl an Krankenkassen, die wiederum mit verschiedenen Versicherten und Leistungserbringern kooperieren, ergibt sich eine weitere Aufsplitterung der Varianten, die teilweise noch mit angepassten Verträgen hinterlegt werden müssen. Es wird im Zuge einer solchen Öffnung für Entwickler zu einer Zertifizierung von Anwendungen kommen müssen, die eine Freigabe der Anwendungen vornehmen, bevor diese von einem Provider angeboten werden können (Abbildung 101).



**Abbildung 101 – Marktplatzmodell für MWA**

Quelle: (Dünnebeil/Leimeister/Krcmar 2011a)

Speziell die Einhaltung der Sicherheitsanforderungen muss durch eine übergeordnete Instanz überwacht werden, die keine kommerziellen Interessen vertritt, da eine unrechtmäßige Auswertung von Patienten ausgeschlossen werden muss.

Gegenwärtig etabliert sich die Integrierte Versorgung eine Ergänzung bzw. Alternative zum sektoralen Regelleistungskatalog<sup>54</sup>. Die Versorgung der Patienten erfolgt in medizinischen Zentren, die im Rahmen des Versorgungsvertrages für ihre Aktivitäten vergütet werden. Es konnte gezeigt werden, wie MWA der TI zu diesem Zweck auch in Verbänden niedergelassener Ärzte genutzt werden können. Evidenzbasierte Vergütungsstrukturen bieten eine Alternative und werden in der weiteren Entwicklung des Gesundheitswesens von zentraler Bedeutung sein, wenn sie sich als geeignet erweisen, Qualitätsverbesserungen zu erreichen. Es konnten einige Anregungen gegeben werden, wie eine Vergütung anhand von medizinischen Kennzahlen modelliert werden kann, um sie in einem Integrierten Versorgungsvertrag umzusetzen. Eine evidenzbasierte Vergütung orientiert sich an den Qualitätssteigerungen, die durch Integrierte Versorgungseleistungen erzielt werden können. Gemessene Einsparungen bieten eine Möglichkeit, moderne Versorgungskonzepte mit den Qualitätsindikatoren der Regelversorgung zu vergleichen. Ferner können in MWA auf breiter Basis medizinische und administrative Steuerungsdaten akquiriert werden, um die Effizienz und Effektivität von Behandlungskonzepten zu messen, was auch eine Kontrolle der Wirksamkeit von Regelleistungen ermöglicht. Evidenzbasierte Medizin bildet die Grundlage für den Aufbau der Regelversorgung in Deutschland. Wenn Erkenntnisse auf Basis der regulären Versorgung mit Hilfe von Steuerungsdaten gewonnen werden können, ergänzt dies klinische Studien um das reguläre Element des Wirkungsnachweises.

Die Finanzierung der MWA kann im Rahmen fest geregelter Pauschalen erfolgen, wie es im Zuge einer Verordnung von Apps vorgesehen ist (Department of Health 2012) oder auf Basis leistungsbezogener Vergütung beruhen. Investitionskosten sollten durch Krankenkassen oder Gesundheitsbehörden angestoßen werden, da Ärztenetze nicht über die Mittel verfügen, umfangreiche Softwareprojekte zu finanzieren.

#### 7.4.3 Weiterentwicklung der TI

Eine vollständige Umsetzung von MWA auf Basis der TI ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht möglich. Es fehlt der Zugang zu vielen zentralen Diensten, die für einsatzbereite MWA zwingend notwendig sind. Auch Feldtests sind nicht durchführbar, da die Infrastruktur noch nicht in den Institutionen des Gesundheitswesens ausgerollt worden ist. Der vorliegende Ansatz kann demnach nur Tendenzen auf dem Weg zu einer Referenzarchitektur für

---

<sup>54</sup> Die Techniker Krankenkasse (TKK) und die Firma Bosch Healthcare haben im Mai 2012 einen Integrierten Versorgungsvertrag nach SGB §140 zur Unterstützung von Patienten mit COPD abgeschlossen. Vgl.: <https://www.tk.de/tk/pressemitteilungen/politik/455874>, zugegriffen am 18.10.2012.

Im Oktober folgte die AOK Bayern dem Vorbild der TKK und schloss einen ähnlichen Vertrag mit der Firma SHL Telemedizin ab. Vgl. [http://www.aerztezeitung.de/praxis\\_wirtschaft/telemedizin/article/824909/bayern-telemedizin-copd-patienten.html](http://www.aerztezeitung.de/praxis_wirtschaft/telemedizin/article/824909/bayern-telemedizin-copd-patienten.html), zugegriffen am 18.10.2012

Anwendungen der TI aufzeigen, denen bisher wenig Beachtung geschenkt worden ist. Die Spezifikationen haben sich bisher auf die Bereitstellung der staatlichen Dienste fokussiert, die Dienstanutzer wurden dabei aber bisher weitgehend ausgespart. Teile der Architektur können schon heute für die Dienstanutzung herangezogen werden. Eine Verfeinerung und Anpassung sollte im Zuge des Ausbaus der TI vorgenommen werden. Ein stärkerer Fokus auf innovative Anwendungen bietet die Möglichkeit, den Ausbau der Infrastruktur zu beschleunigen. Die beschriebene Referenzarchitektur kann dabei in kleinen Schritten etabliert werden.

Implement a small portion of the architecture at one time, as part of a project that is delivering real business value to the organization. Use your architectural vision to help pick areas that demonstrate architectural values [...]. Continue to incrementally implement more of the architecture as part of subsequent projects (Rosen et al. 2008), 33.

Die TI hat das Potential weitreichende Veränderungen in der Gesundheitsversorgung anzustoßen, speziell, wenn sie mit regionalen Kooperationen zwischen Leistungserbringern, der Einbeziehung von Patienten und angepassten Versorgungsverträgen kombiniert wird. In der Gesundheitsregion Ingolstadt kooperieren 500 niedergelassene Ärzte, vier Kliniken und eine große Krankenkasse, um moderne Versorgungsstrukturen aufzubauen. Die IT stellt einen wichtigen Baustein dar, der in Zukunft mehr Berücksichtigung finden muss, wenn strukturelle Defizite im Gesundheitswesen beseitigt werden sollten. Eine Erweiterung des Blickwinkels auf die Gesundheitstelematik, die nicht nur eine standardisierte Unterstützung der sektoralen Versorgung fokussiert, sondern auch die Potentiale von innovativen Kollaborationen ins Auge fasst, kann den Nutzen sehr viel stärker transportieren. Einige Grundvoraussetzungen für diese Transition konnten in der vorliegenden Dissertation beleuchtet und ausgestaltet werden.

## Literaturverzeichnis

**Alavi, M. (1984):** An assessment of the prototyping approach to information systems development. In: Commun. ACM, Vol. 27 (1984) Nr. 6, S. 556-563.

**Allensbach (2010):** ifD-Umfrage 5283. Der Einsatz von Telematik und Telemedizin im Gesundheitswesen, Allensbach am Bodensee 2010.

**Amelung, V. E. (2007):** Managed Care: Neue Wege im Gesundheitsmanagement, Gabler Verlag 2007.

**Aranaz-Andrés, J. M., Aibar-Remón, C., Vitaller-Murillo, J. (2008):** Incidence of adverse events related to health care in Spain: results of the Spanish National Study of Adverse Events. In: Journal of Epidemiology and Community Health, Vol. 62: (2008) Nr., S. 1022-1029.

**Armour, F. J., Kaisler, S. H., Liu, S. Y. (1999):** Building an enterprise architecture step by step. In: IT Professional, Vol. 1 (1999) Nr. 4, S. 31-39.

**Arsanjani, A., Allam, A. (2006):** Service-Oriented Modeling and Architecture for Realization of an SOA. In: IEEE International Conference on Services Computing, 2006, S. 521-521.

**Ärztezeitung:** Integrierte Versorgung. In: [http://www.aerztezeitung.de/politik\\_gesellschaft/gp\\_specials/abc\\_gesundheitswesen/article/564714/integrierte-versorgung.html](http://www.aerztezeitung.de/politik_gesellschaft/gp_specials/abc_gesundheitswesen/article/564714/integrierte-versorgung.html), zugegriffen am: 18.05.2012.

**Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin (2009).** Nationale VersorgungsLeitlinie Chronische Herzinsuffizienz, Bundesärztekammer, Kassenärztliche Bundesvereinigung, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, Berlin 2009.

**Audi BKK:** Audi BKK schließt Vertrag mit dem Praxisnetz GO IN der Region IngolStadtLandPlus zum Vorteil der Kunden. In: <http://www.audibkk.de/GO-IN.605.0.html>, zugegriffen am: 11.02.2012.

**Augustin, S. (1990):** Information als Wettbewerbsfaktor: Informationslogistik, Verlag TÜV Rheinland 1990.

**BÄK (2007).** 110. Deutscher Ärztetag Beschlussprotokoll. , Münster 2007.

**BÄK (2009).** 112. Deutscher Ärztetag Beschlussprotokoll, Mainz 2009.

**BÄK (2010).** 113. Deutscher Ärztetag Beschlussprotokoll, Dresden 2010.

**Balzert, H. (2000):** Lehrbuch der Software-Technik, Spektrum Akademischer Verlag 2000.

**Bär, T. (2012):** Implementation of a value added application to realize Home Monitoring for chronic heart diseases, Technische Universität München 2012.

**Baresi, L., Heckel, R., Thone, S., Varro, D. (2004):** Style-based refinement of dynamic software architectures. In: 4 th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture, 2004, Milano, S. 155-164.

**Barnert, M. (2011):** Aggregation und Aufbereitung von verteilten elektronischen Patientendaten zur Behandlungsunterstützung Technische Universität München 2011.

**Barros, A. P., Dumas, M. (2006):** The Rise of Web Service Ecosystems. In: IT Professional, Vol. 8 (2006) Nr. 5, S. 31-37.

**Bashshur, R., Shannon, G. W. (2009):** National Telemedicine Initiatives: Essential to Healthcare Reform. In: Journal of Telemedicine and e-Health, Vol. 15 (2009) Nr. 6, S. 600-610.

**Bass, L., Clements, P., Kazman, R. (2003):** Software Architecture in Practice, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA 2003.

**Bazijanec, B., Pousttchi, K., Turowski, K. (2004):** An Approach for Assessment of Electronic Offers. In: Applying Formal Methods: Testing, Performance, and M/E-Commerce. 3236, Springer Berlin / Heidelberg 2004, S. 44-57.

**Beeler, G. W. (1998):** HL7 Version 3 - An object-oriented methodology for collaborative standards development. In: International Journal of Medical Informatics, Vol. 48 (1998) Nr. 1, S. 151-161.

**Benson, T. (2010):** Principles of health interoperability HL7 and SNOMED, Springer 2010.

**Bernnat, R. (2006).** Kosten-Nutzen-Analyse der Einrichtung einer Telematik-Infrastruktur im deutschen Gesundheitswesen, Booz Allen Hamilton GmbH 2006.

**Bicer, V., Laleci, G. B., Dogac, A., Kabak, Y. (2005):** Artemis message exchange framework: semantic interoperability of exchanged messages in the healthcare domain. In: SIGMOD Rec., Vol. 34 (2005) Nr. 3, S. 71-76.

**BITKOM:** Position der Leistungserbringer zur Neuausrichtung der Einführung eGK/Telematikinfrastruktur (Gesundheitskarte) - BITKOM. In: [http://www.bitkom.org/de/themen/37207\\_62030.aspx](http://www.bitkom.org/de/themen/37207_62030.aspx), zugegriffen am: 13.12.2011.

**Blobel, B. (2004):** Authorisation and access control for electronic health record systems. In: International Journal of Medical Informatics, Vol. 73 (2004) Nr. 3, S. 251-257.

**BMG (2005).** The German eHealth Strategy (Target and strategy, concept, legal framework, activities/roll-out plan, costs and return of investment, European perspective), Berlin/Bonn 2005.

**BMG (2011a).** Entwicklung der gesetzlichen Krankenversicherung im 1. Quartal 2011, Berlin/Bonn 2011a.

**BMG:** Gemeinsamer Bundesausschuss. In: <http://www.bmg.bund.de/gesundheitsystem/selbstverwaltung/gemeinsamer-bundesausschuss.html>, zugegriffen am: 18.05.2012.

**BMG:** Fahrtkosten - Bundesgesundheitsministerium. In: <http://www.bmg.bund.de/krankenversicherung/leistungen/fahrtkosten.html>, zugegriffen am: 18.05.2012.

**BMG:** Gesetze und Verordnungen. In: <http://www.bmg.bund.de/ministerium/aufgaben-und-organisation/gesetze-und-verordnungen/abgeschlossene-gesetz-und-verordnungsverfahren/gesetze-und-verordnungen-a.htmlfiles/18/gesetze-und-verordnungen-a.html>, zugegriffen am: 24.10.2012.

- Boone, K. W. (2011):** The CDA Tm Book, Springer 2011.
- Bray, T., Paoli, J., Sperberg-McQueen, C. M. (1997):** Extensible markup language. In: World Wide Web J., Vol. 2 (1997) Nr. 4, S. 29-66.
- BRD (1949).** Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland, Bonn 1949.
- BRD (2004).** Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch, Gesetzliche Krankenversicherung - Qualitätssicherung bei Hilfsmitteln, Bundesrepublik Deutschland 2004.
- BRD (2004a).** Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch, Gesetzliche Krankenversicherung, §291a, Bundesrepublik Deutschland 2004a.
- BRD (2004b).** Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch, Gesetzliche Krankenversicherung, §140a, Bundesrepublik Deutschland 2004b.
- Brügge, B., Dutoit, A. H. (2004):** Objektorientierte Softwaretechnik: mit UML, Entwurfsmustern und Java - 2. überarbeitete Auflage, Addison-Wesley Verlag, Englewood Cliffs 2004.
- Brynjolfsson, E., Smith, M. D. (2000):** Frictionless Commerce? A Comparison of Internet and Conventional Retailers. In: MANAGEMENT SCIENCE, Vol. 46 (2000) Nr. 4, S. 563-585.
- BSI (2012).** Technical Guideline TR-03112-1, eCard-API-Framework - Overview, Bundesministerium des Inneren, Bonn 2012.
- Buchauer, A. (1998):** Integration mobiler Informationswerkzeuge in heterogene Krankenhausinformationssysteme, Heidelberg 1998.
- Bundesregierung:** Die neue Gesundheitskarte kommt. In: <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2011/09/2011-09-12-elektronische-gesundheitskarte-kommt.html>, zugegriffen am: 16.05.2012.
- Bundestag (2003a).** Gesetz zur Modernisierung der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV-Modernisierungsgesetz-GMG). 2003a.
- Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerlad, P., Stal, M. (1996):** Pattern-oriented Software Architecture John Wiley & Sons 1996.
- Ceusters, W., Buekens, F., De Moor, G., Waagmeester, A. (1998):** The distinction between linguistic and conceptual semantics in medical terminology and its implication for NLP-based knowledge acquisition. In: Methods of information in medicine, Vol. 37 (1998) Nr. 4-5, S. 327-333.
- Chandramouli, R. (2001):** A Framework for Multiple Authorization Types in a Healthcare Application System. In: 17th Annual Computer Sec. Appl. Conf., 2001, Los Alamitos, CA, USA, S. 137-137.
- Davis, F. (1993):** User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. In: International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 38 (1993) Nr. 3, S. 475-487.

**Department of Health:** GPs to 'prescribe' apps for patients | Media Centre. In: <http://mediacentre.dh.gov.uk/2012/02/22/gps-to-%E2%80%98prescribe%E2%80%99-apps-for-patients/>, zugegriffen am: 21.05.2012.

**Dern, G. (2009):** Management von IT-Architekturen: Leitlinien für die Ausrichtung, Planung und Gestaltung von Informationssystemen, Vieweg +Teubner 2009.

**DesRoches, C., Campbell, E., Rao, S., Donelan, K., Ferris, T., Jha, A., Kaushal, R., Levy, D., Rosenbaum, S., Shields, A., Blumenthal, D. (2008):** Electronic Health Records in Ambulatory Care — A National Survey of Physicians. In: *The New England Journal of Medicine*, Vol. 359 (2008) Nr. 1, S. 50.

**Destatis:** 2010: Anstieg auf rund 4,8 Millionen Beschäftigte im Gesundheitswesen In: [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2011/12/PD11\\_470\\_23621.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2011/12/PD11_470_23621.html), zugegriffen am: 18.05.2012.

**Destatis:** Gesundheitsausgaben 2010 auf rund 287 Milliarden Euro gestiegen. In: [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/04/PD12\\_125\\_23611.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/04/PD12_125_23611.html), zugegriffen am: 18.05.2012.

**Dey, A. K., Abowd, G. D., Salber, D. (2001):** A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. In: *Human-Computer Interaction*, Vol. 16 (2001) Nr. 2-4, S. 97-166.

**Diekmann, T. J.:** Die Hilfsmittelerbringung von deutschen und EU-ausländischen Leistungserbringern. In: <http://www.otop.de/downloads/article/diekmann-hilfsmittel.pdf>, zugegriffen am: 29.07.2011.

**Dijkstra, E. W. (1968):** The structure of the "THE"-multiprogramming system. In: *Commun. ACM*, Vol. 11 (1968) Nr. 5, S. 341-346.

**Dijkstra, E. W. (1971):** Hierarchical ordering of sequential processes. In: *Acta Informatica*, Vol. 1 (1971) Nr. 2, S. 115-138.

**Dinh, M., Chu, M. (2006):** Evolution of health information management and information technology in emergency medicine. In: *Emergency Medicine Australasia*, Vol. 18 (2006) Nr. 3, S. 289-294.

**Dolin, R. H., Alschuler, L., Boyer, S., Beebe, C., Behlen, F. M., Biron, P. V., Shabo Shvo, A. (2006):** HL7 Clinical Document Architecture, Release 2. In: *Journal of the American Medical Informatics Association*, Vol. 13 (2006) Nr. 1, S. 30-39.

**Döring, A., Paul, F. (2010):** The German healthcare system. In: *The EPMA Journal*, Vol. 1 (2010) Nr. 4, S. 535-547.

**Dünnebeil, S., Kaletsch, A., Jedamzik, S., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2011d):** Marktplatz zum effizienten Einlösen von Hilfsmittelverordnungen auf Basis einer Mehrwertanwendung der eGK. In: *e-Health 2012 - IT und Telematik im Gesundheitswesen*. Hrsg.: Duesberg, F., Medical Future Verlag 2011d, S. 54-63.

**Dünnebeil, S., Kaletsch, A., Jedamzik, S., Sunyaev, A., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2011c):** Prozessdigitalisierung durch Mehrwertanwendungen der eGK am Beispiel der elektronischen Überweisung. In: *PerspeGktive 2011: Innovative und sichere Informationstechnologie für das Gesundheitswesen von morgen*, 2011c, Darmstadt.

**Dünnebeil, S., Köbler, F., Koene, P., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2010d):** Encrypted NFC-emergency tags for German telemedicine. In: ID World International Congress, Healthcare Innovation - Security and safety in a critical environment, 2010d, Mailand.

**Dünnebeil, S., Köbler, F., Koene, P., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2011b):** Encrypted NFC Emergency Tags Based on the German Telematics Infrastructure. In: IEEE (Hg.): 3rd International Workshop on Near Field Communication - NFC2011, 2011b, Hagenberg/Austria S. 50-55.

**Dünnebeil, S., Leimeister, J., Krcmar, H. (2011a):** Marketplaces for E-Health Applications, An Assessment of Requirements in Case of the German Public Health System. In: Proceedings of the 4th. International Conference on Health Informatics, 2011a, Rome, S. 315-322.

**Dünnebeil, S., Leimeister, J., Krcmar, H. (2012b):** Business Models for Electronic Healthcare Services in Germany. In: Critical Issues for the Development of Sustainable E-health Solutions. Springer, New York 2012b, S. 271-291.

**Dünnebeil, S., Mauro, C., Sunyaev, A., JM., L., Krcmar, H. (2009a):** 15th Americas Conference on Information Systems (AMCIS). Integration of Patient Health Portals into the German Healthcare Telematics Infrastructure, ACM, San Francisco 2009a.

**Dünnebeil, S., Sunyaev, A., Blohm, I., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2010a):** Do German Physicians want Electronic Health Services? A Characterization of Potential Adopters and Rejectors in German Ambulatory Care. In: 3rd International Conference on Health Informatics, 2010a, Valencia, S. 202-209.

**Dünnebeil, S., Sunyaev, A., Blohm, I., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2012c):** Determinants of physicians' technology acceptance for e-health in ambulatory care. In: International Journal of Medical Informatics, Vol. 81 (2012c) Nr. 11, S. 746-760.

**Dünnebeil, S., Sunyaev, A., Leimeister, J., Krcmar, H. (2010c):** eGK-Mehrwertanwendung zur elektronischen Krankenhauseinweisung. In: GMDS/BVMI (Hg.): conhIT 2010 der GMDS/BVMI - Workshop der GMDS-Projektgruppe, Einführung von eGK und HBA in Krankenhäusern, mit dem Thema "Mehrwertanwendungen mit eGK und HBA", 2010c, Berlin.

**Dünnebeil, S., Sunyaev, A., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2010b):** Strategies for development and adoption of EHR in German ambulatory care. In: 4th IEEE International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare 2010b, S. 1-8.

**Dünnebeil, S., Sunyaev, A., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2012a):** Market Engineering for Electronic Health Services. In: IEEE (Hg.): Hawaii International Conference on Service Systems, 2012a, Maui, USA, S. 952-961.

**Dünnebeil, S., Sunyaev, A., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2013):** **Modulare Software-Architektur für Mehrwertanwendungen der deutschen Gesundheitstelematik** In: Wirtschaftsinformatik (Zur Publikation angenommen), Vol. 55 (2013), Nr.1.

**Dünnebeil, S., Sunyaev, A., Mauro, C., Leimeister, J., Krcmar, H. (2009b):** 54. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS). , . Konzeption patientenzentrierter Mehrwertdienste für die Deutsche Gesundheitstelematik, GMDS, Essen 2009b.

**Ermert, M.:** EDV-Experten warnen vor IT-Desaster im Gesundheitswesen. In: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/EDV-Experten-warnen-vor-IT-Desaster-im-Gesundheitswesen-101707.html>, zugegriffen am: 22.05.2012.

**European Comission (2010).** Business Models for eHealth, European Commission DGINFSO ICT for Health, Luxembourg 2010.

**European Commission (2007).** eHealth for Safety Report - Impact of ICT on Patient Safety and Risk Management, Office for Official Publications of the European Communities,, Luxembourg 2007.

**Eysenbach, G. (2001):** What is e-health? In: Journal of Medical Internet Research, Vol. 3 (2001) Nr. 2, S. e20-e20.

**Fähling, J., Köbler, F., Leimeister, J., Krcmar, H. (2009):** Wahrnehmung des Wertbeitrags von Informationstechnologie in Deutschen Krankenhäusern - Eine empirische Studie. In: Wirtschaftsinformatik Proceedings, 2009, Wien, S. 709-718.

**Fähling, J., Köbler, F., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2010):** Wahrgenommener Wertbeitrag von Informationstechnologie in deutschen Krankenhäusern: Eine empirische Untersuchung unter kaufmännischen, medizinischen und IT-Leitern, BoD - Books on Demand 2010.

**Fayn, J., Ghedira, C., Telisson, D., Atoui, H., Placide, J., Simon-Chautemps, L., Chevalier, P., Rubel, P. (2003):** Towards new integrated information and communication infrastructures in e-health. Examples from cardiology. In, 2003, S. 113-116.

**Feuerhake, J., Bundil, M. (2007):** Wirtschaft und Statistik. Aufwendungen und Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien, Wiesbaden 2007.

**Fiedler, K. D., Grover, V., Teng, J. T. C. (1994):** Information technology-enabled change: the risks and rewards of business process redesign and automation. In: Journal of Information Technology, Vol. 9 (1994) Nr. 4, S. 267-275.

**Fielding, R. T. (2000):** Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures, University of Irvine 2000.

**Forman, C., Ghose, A., Goldfarb, A. (2009):** Competition Between Local and Electronic Markets: How the Benefit of Buying Online Depends on Where You Live. In: MANAGEMENT SCIENCE, Vol. 55 (2009) Nr. 1, S. 47-57.

**Fraunhofer (2005).** Spezifikation der Lösungsarchitektur zur Umsetzung der Awendungen der elektronischen Gesundheitskarte, Fraunhofer, Projektgruppe FuE-Projekt 2005.

**Frießem, P., Kalmring, D., Reichelt, P. (2005):** Lösungsarchitektur für die Einführung der elektronischen Gesundheitskarte und der auf ihr basierenden Anwendungen. In: Wirtschaftsinformatik, Vol. 47 (2005) Nr. 3, S. 180-186.

**Garlan, D., Shaw, M. (1994):** An Introduction to Software Architecture. In: Knowledge Creation Diffusion Utilization, Vol. 1 (1994) Nr. January, S. 1-40.

**gematik:** Anwendungen der eGK. In: [http://www.gematik.de/cms/de/egk\\_2/anwendungen/anwendungen\\_1.jsp](http://www.gematik.de/cms/de/egk_2/anwendungen/anwendungen_1.jsp), zugegriffen am: 15.05.2012.

**gematik (2008a).** Einführung der Gesundheitskarte - Übergreifendes Sicherheitskonzept der Telematikinfrastuktur, Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2008a.

**gematik (2008b).** Einführung der Gesundheitskarte - Facharchitektur Verordnungsdatenmanagement (VODM), Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2008b.

**gematik (2008c).** Einführung der Gesundheitskarte - Facharchitektur Notfalldatenmanagement (NFDM), Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2008c.

**gematik (2008d).** Einführung der Gesundheitskarte - Facharchitektur Mehrwertanwendungen Typ 4 Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2008d.

**gematik (2008e).** Einführung der Gesundheitskarte - Prüfvorschriften Primärsystem, Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2008e.

**gematik (2008f).** Einführung der Gesundheitskarte - Verwendung kryptographischer Algorithmen in der Telematikinfrastuktur, Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2008f.

**gematik (2008g).** Einführung der Gesundheitskarte - Facharchitektur Versichertenstammdatenmanagement (VSDM), Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2008g.

**gematik (2009a).** Einführung der Gesundheitskarte - Gesamtarchitektur, Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2009a.

**gematik (2009b).** Einführung der Gesundheitskarte - Konnektorspezifikation, Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2009b.

**gematik (2009c).** Einführung der Gesundheitskarte - Spezifikation eHealth-Kartenterminal, Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2009c.

**gematik (2009d).** Einführung der Gesundheitskarte - Spezifikation der elektronischen Gesundheitskarte (eGK), Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH, Berlin 2009d.

**gematik:** Webseite der Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte. In: <http://www.gematik.de>, zugegriffen am: 01.02.2012.

**gematik:** Anwendungen der eGK. In: [http://www.gematik.de/cms/de/egk\\_2/anwendungen/anwendungen\\_1.jsp](http://www.gematik.de/cms/de/egk_2/anwendungen/anwendungen_1.jsp), zugegriffen am: 15.05.2012.

**Ghose, A., Yao, Y. (2006):** Using Transaction Prices to Re-Examine Price Dispersion in Electronic Markets. In: Information Systems Research, Vol. 22 (2006) Nr. 2, S. 269-288

**Greenhalgh, T. (2002):** Intuition and evidence--uneasy bedfellows? In: The British Journal of General Practice, Vol. 52 (2002) Nr. 478, S. 395-400.

**Gregor, S. (2006):** The Nature of Theory in Information Systems. In: Management Information Systems Quarterly, Vol. 30 (2006) Nr. 3, S. 611-642.

- Gregor, S., Jones, D. (2007):** The Anatomy of a Design Theory. In: Journal of the Association for Information Systems, Vol. 8 (2007) Nr. 5, S. 313-335.
- Greß, S., Kötting, C., May, U., Wasem, J. (2009):** Rabattverträge in der gesetzlichen Krankenversicherung - Auswirkungen einer Oligopolisierung des generikafähigen Arzneimittelmarkts. In: Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement, Vol. 14 (2009) Nr. 05, S. 237-242.
- Gritzalis, D., Lambrinoudakis, C. (2004):** A security architecture for interconnecting health information systems. In: International Journal of Medical Informatics, Vol. 73 (2004) Nr. 3, S. 305-309.
- Guyatt, G., Cairns, J., Churchill, D., Cook, D., Haynes, B., Hirsh, J., Irvine, J., Levine, M., Nishikawa, J., Sackett, D., Brill-Edwards, P., Gerstein, H., Gibson, J., Jaeschke, R., Kerigan, A., Neville, A., Panju, A., Detsky, A., Enkin, M., Frid, P., Gerrity, M., Laupacis, A., Lawrence, V., Menard, J., Moyer, V., Mulrow, C., Links, P., Oxman, A., Sinclair, J., Tugwell, P. (1992):** Evidence-Based Medicine: A New Approach to Teaching the Practice of Medicine. In: JAMA: The Journal of the American Medical Association, Vol. 268 (1992) Nr. 17, S. 2420-2425.
- Hasselbring, W. (2000):** Information System Integration. In: Communications of the ACM, Vol. 43 (2000) Nr.6, S. 32-38.
- Hayward, R. A. (2002):** Counting deaths due to medical errors. In: Journal of the American Medical Association, Vol. 288 (2002) Nr. 19, S. 2404-2405.
- Helms, T., Pelleter, J., Ronneberger, D. (2007):** Telemedizinische Betreuung chronisch herzinsuffizienter Patienten am Beispiel des telemedizinischen Patientenbetreuungs- und -schulungsprogramms „Telemedizin fürs Herz“. In: Herz, Vol. 32 (2007) Nr. 8, S. 623-629.
- Herkner, H., Müllner, M. (2011):** Qualität, Wirksamkeit und Sicherheit - die drei Säulen der Arzneimittelzulassung. In: Erfolgreich wissenschaftlich arbeiten in der Klinik. Springer, Wien 2011, S. 267-281.
- Hevner, A., March, S., Park, J. (2004):** Design Science in Information Systems Research. In: Management Information Systems Quarterly (MISQ), Vol. 28 (2004) Nr. 1, S. 75-105.
- HL7: Project Summary for Implementation Guide for CDA Release 3 - Representation of vital signs / physiological data compatible with ISO11073.** In: <http://www.hl7.org/Special/committees/gas/projects.cfm?action=edit&ProjectNumber=850>, zugegriffen am: 03.06.2012.
- Holden, R. J., Karsh, B.-T. (2010):** The Technology Acceptance Model: Its past and its future in health care. In: Journal of Biomedical Informatics, Vol. 43 (2010) Nr. 1, S. 159-172.
- Holzer, A., Ondrus, J. (2011):** Mobile application market: A developer's perspective. In: Telematics and Informatics, Vol. 28 (2011) Nr. 1, S. 22-31.
- Hornung, G., Goetz, C. F. J., Goldschmidt, A. J. W. (2005):** Die künftige Telematik-Rahmenarchitektur im Gesundheitswesen Recht, Technologie, Infrastruktur und Ökonomie. In: Wirtschaftsinformatik, Vol. 47 (2005) Nr. 3, S. 171-179.
- Huff, S. M., Rocha, R. A., McDonald, C. J., Moor, G. J. E. D., Fiers, T., Bidgood, W. D., Forrey, A. W., Francis, W. G., Tracy, W. R., Leavelle, D., Stalling, F., Griffin, B., Maloney, P., Leland, D., Charles, L., Hutchins, K., Baenziger, J. (1998):** Development of

the Logical Observation Identifier Names and Codes (LOINC) Vocabulary. In: Journal of the American Medical Informatics Association, Vol. 5 (1998) Nr. 3, S. 276-292.

**IFA (2011).** Technische Hinweise zur PZN-Codierung, Informationsstelle für Arzneispezialitäten - IFA GmbH 2011.

**Imhoff-Hasse, S. (2008):** Wundnetz Witten: Erfolgsmodell Telekonsil. In: Dtsch Arztebl, Vol. 105 (2008) Nr. 46, S. 10-11.

**InEK:** Fallpauschalen-Katalog 2012, InEK GmbH. In: [http://www.g-drg.de/cms/G-DRG-System\\_2012/Fallpauschalen-Katalog/Fallpauschalen-Katalog\\_2012](http://www.g-drg.de/cms/G-DRG-System_2012/Fallpauschalen-Katalog/Fallpauschalen-Katalog_2012), zugegriffen am: 24.05.2012.

**IOM (2006).** Identifying and Preventing Medication Errors - Institute of Medicine, THE NATIONAL ACADEMIES PRESS, Washington D.C. 2006.

**Jacobs, K., Schulze, S. (2004):** Wettbewerbsperspektiven integrierter Versorgung in der gesetzlichen Krankenversicherung. In: *Gesundheitsökonomische Beiträge*, Vol. 44 (2004) Nr. Wettbewerb und Regulierung im Gesundheitswesen, S. 89-110.

**Jansen, D. W. (2006):** The new economy and beyond: past, present and future, Edward Elgar Publishing 2006.

**Kaletsch, A. (2011):** Die elektronische Patientenakte und Cloud Computing: Anforderungen, offene Fragestellungen und Lösungswege, München 2011.

**Kaletsch, A., Sunyaev, A. (2011):** Privacy Engineering: Personal Health Records in Cloud Computing Environments. In: ICIS 2011 Proceedings, 2011, Shanghai, S. Paper 2.

**Kalthoff, O., Marsden, N., Kalthoff, S., Drescher, F. (2008).** Final Report - Evaluation of the Introduction of the electronic Health Card in the Heilbronn testbed, Heilbronn 2008.

**KBV:** IT in der Arztpraxis - Schnittstellen - Weitere Informationen zu xDT,. In: <http://www.kbv.de/ita/4274.html>, zugegriffen am: 11.01.2012.  
Weitere Informationen zu xDT

**KBV (2010).** Grunddaten zur vertragsärztlichen Versorgung in Deutschland, Berlin 2010.

**KBV:** Online-Anbindung. In: <http://www.kbv.de/12629.html>, zugegriffen am 15.05.2012..

**KBV:** Installationsstatistik - Systeme. In: <http://www.kbv.de/ita/4299.html>, zugegriffen am: 12.01.2012.

**KBV (2011b):** Änderung der Vereinbarung über Vordrucke für die vertragsärztliche Versorgung. . In: Deutsches Ärzteblatt Vol. 108 (2011b) Nr. 50, S. 2739.

**KBV:** Arznei-/Heil- und Hilfsmittel - Verordnungsvordrucke. In: <http://www.kbv.de/vl/23644.html>, zugegriffen am 15.05.2012..

**Kempf, K., Schulz, C. (2008):** DiabetivaR Studie Monika Dienstle, WDGZ. Telemedizin bei Diabetes: Höhere Therapiezufriedenheit, verbesserte Stoffwechselfparameter 2008.

**Kirn, S. (2005):** Gesundheitsinformatik – Informationssysteme für das Gesundheitswesen von morgen. In: Wirtschaftsinformatik, Vol. 47 (2005) Nr., S. 165-166.

**Klauber, J. r. (2004):** Krankenhaus-Report 2004, Schattauer Verlag 2004.

**Köbler, F., Fähling, J., Krcmar, H. (2010):** IT-Governance und IT-Entscheidertypen in deutschen Krankenhäusern: Eine empirische Untersuchung unter Krankenhaus-IT-Leitern. In: Wirtschaftsinformatik, Vol. 52 (2010) Nr. 6, S. 353-365.

**Kopp, T., Schöchlin, J. (2012):** Die Arztpraxis der Zukunft: Ein ganzheitliches IT-Konzept zur Unterstützung der ambulanten Gesundheitsversorgung, BoD Books on Demand 2012.

**Kossmann, D., Leymann, F. (2004):** Web Services. In: Informatik-Spektrum, Vol. 27 (2004) Nr. 2, S. 117-128.

**Krafig, D., Banke, K., Slama, D. (2004):** Enterprise SOA: Service-Oriented Architecture Best Practices (The Coad Series), Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, USA 2004.

**Krcmar, H. (2010):** Informationsmanagement. 5, Springer, Heidelberg 2010.

**Krüger-Brand, E. (2009):** Medizinische Dokumentation: Digitale Signatur bringt Sicherheit. In: Dtsch Arztebl, Vol. 106 (2009) Nr. 20, S. 976-978.

**Krum, H., Abraham, W. T. (2009):** Heart failure. In: The Lancet, Vol. 373 (2009) Nr. 9667, S. 941-955.

**Kuhn, K. A., Giuse, D. A. (2001):** From hospital information systems to health information systems. Problems, challenges, perspectives. In: Methods of information in medicine, Vol. 40 (2001) Nr. 4, S. 275-287.

**Kumbruck, C.:** Digitale Signaturen und Vertrauen. In: <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/28314>, zugegriffen am.

**KVB:** Zuschüsse für neue Lesegeräte für die elektronische Gesundheitskarte. In: <http://www.kvb.de/fileadmin/kvb/dokumente/Praxis/Rundschreiben/2011/KVB-RS-Zuschuesse-eGK-Lesegeraete.pdf>, zugegriffen am: 12.01.2012.

**Lappé, J. M., Muhlestein, J. B., Lappé, D. L., Badger, R. S., Bair, T. L., Brockman, R., French, T. K., Hofmann, L. C., Horne, B. D., Kralick-Goldberg, S., Nicponski, N., Orton, J. A., Pearson, R. R., Renlund, D. G., Rimmasch, H., Roberts, C., Anderson, J. L. (2004):** Improvements in 1-Year Cardiovascular Clinical Outcomes Associated with a Hospital-Based Discharge Medication Program. In: Annals of Internal Medicine, Vol. 141 (2004) Nr. 6, S. 446-453.

**Lee, J. W., Kim, S. H. (2001):** An integrated approach for interdependent information system project selection. In: International Journal of Project Management, Vol. 19 (2001) Nr. 2, S. 111-118.

**Leimeister, J. M., Ebner, W., Krcmar, H. (2005):** Design, Implementation, and Evaluation of Trust-Supporting Components in Virtual Communities for Patients. In: J. Manage. Inf. Syst., Vol. 21 (2005) Nr. 4, S. 101-131.

**Lisac, M., Reimers, L., Henke, K.-D., Schlette, S. (2010):** Access and choice - competition under the roof of solidarity in German health care: an analysis of health policy reforms since 2004. In: Health Economics, Policy and Law, Vol. 5 (2010) Nr. 01, S. 31-52.

- Loenneker, W. (1982):** Großer Markt für kleine Rechner. Mikro-Computer für kaufmännische Anwendungen. In: Pharmazie in unserer Zeit, Vol. 11 (1982) Nr. 3, S. 83-89.
- Lungen, M., Lapsley, I. (2003):** The reform of hospital financing in Germany: an international solution? In: Journal of Health Organization and Management, Vol. 17 (2003) Nr. 5, S. 360-372.
- Malone, T. W., Yates, J., Benjamin, R. I. (1987):** Electronic markets and electronic hierarchies. In: Commun. ACM, Vol. 30 (1987) Nr. 6, S. 484-497.
- Marsic, I. (2001):** An architecture for heterogeneous groupware applications. In: Int. Conf. Software Engineering, 2001, Washington, DC, USA, S. 475-484.
- Mauro, C. (2012):** Ein Framework zur Serviceorientierten Integration medizinischer Geräte im Krankenhaus, München 2012.
- Mauro, C., Sunyaev, A., Dünnebeil, S., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2009):** Mobile Anwendungen im Kontext des Medizinproduktegesetzes. In: Proceedings of Informatik, 2009, Lübeck, S. 1170-1182.
- Mauro, C., Sunyaev, A., Leimeister, J., Krcmar, H. (2009):** Serviceorientierte Intergration Medizinischer Geräte - Eine State Of The Art Analyse. In: Wirtschaftsinformatik Proceedings 2009, Vol. (2009) Nr., S.
- McDonald, C. J., Weiner, M., Hui, S. L. (2000):** Deaths due to medical errors are exaggerated in Institute of Medicine report. In: Jama The Journal Of The American Medical Association, Vol. 284 (2000) Nr. 1, S. 93-95.
- Meinhardt, M., Plamper, E., Brunner, H. (2009):** Beteiligung von Patientenvertretern im Gemeinsamen Bundesausschuss. In: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, Vol. 52 (2009) Nr. 1, S. 96-103.
- Mercuri, R. T. (2004):** The HIPAA-potamus in health care data security. In: Commun. ACM, Vol. 47 (2004) Nr. 7, S. 25-28.
- Mertens, P. (2008):** Fehlschläge bei IT-Großprojekten der öffentlichen Verwaltung - Ein Beitrag zur Misserfolgsvorschung in der Wirtschaftsinformatik. In: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008, 2008, München, S.
- Meurer, M. (2010):** Der Risikostrukturausgleich in der Gesetzlichen Krankenversicherung, GRIN Verlag, München 2010.
- Monroe, R. T., Garlan, D. (1996):** Style-based reuse for software architectures. In: Proceedings of the 4th International Conference on Software Reuse, 1996, Orlando, S. 84-93.
- Müller, T., Schwalm, A. (2009):** Am Aufwand und Nutzen orientieren. In: Deutsches Ärzteblatt, Vol. 107 (2009) Nr. 12, S. 542-547.
- Nationaler Ethikrat (2007).** Die Zahl der Organspenden erhöhen – Zu einem drängenden Problem der Transplantationsmedizin in Deutschland, Berlin 2007.
- Neuhaus, J., Deiters, W., Wiedeler, M. (2006):** Mehrwertdienste im Umfeld der elektronischen Gesundheitskarte. In: Informatik-Spektrum, Vol. 29 (2006) Nr. 5, S. 332-340.

- Neumann, T., Biermann, J., Neumann, A., Wasem, J., Ertl, G., Dietz, R., Erbel, R. (2009):** Herzinsuffizienz: Häufigster Grund für Krankenhausaufenthalte. In: Deutsches Ärzteblatt, Vol. 106 (2009) Nr. 16, S. 269-275.
- Nüttgens, M., Dirik, I. (2008):** Geschäftsmodelle für dienstbasierte Informationssysteme. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Vol. 50 (2008) Nr. 1, S. 31-38.
- Nüttgens, M., Dirik, I. (2008):** Geschäftsmodelle für dienstbasierte Informationssysteme. In: Wirtschaftsinformatik, Vol. 50 (2008) Nr. 1, S. 31-38.
- O'Brien, K. J. (2010):** The New York Times. Google Data Admission Angers European Officials 2010.
- OECD (2010).** OECD Health Data 2010: Statistics and Indicators 2010.
- Omar, W. M., Taleb-Bendiab, A. (2006):** E-health support services based on service-oriented architecture. In: IT Professional, Vol. 8 (2006) Nr. 2, S. 35-41.
- Ordanini, A., Pasini, P. (2008):** Service co-production and value co-creation: The case for a service-oriented architecture (SOA). In: European Management Journal, Vol. 26 (2008) Nr. 5, S. 289-297.
- Ose, D., Broge, B., Riens, B., Szecsenyi, J. (2008):** Mit Überweisung vom Hausarzt zum Spezialisten - Haben Verträge zur Hausarztzentrierten Versorgung (HZV) einen Einfluss? In: ZFA - Zeitschrift für Allgemeinmedizin, Vol. 84 (2008) Nr. 08, S. 321-326.
- Österle, H., Becker, J., Frank, U., Hess, T., Karagiannis, D., Kecmar, H., Loos, P., Mertens, P., Oberweis, A., Sinz, E. J. (2010):** Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Vol. 6 (2010) Nr. 62, S. 664 - 672.
- Osterloh, F. (2010):** Krankenhausstatistik: Privatisierungstrend hält an. In: Dtsch Arztebl Vol. 107 (2010) Nr. 1, S. 34-35.
- Panetto, H., Molina, A. (2008):** Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues. In: Computers in Industry, Vol. 59 (2008) Nr. 7, S. 641-646.
- Papazoglou, M. P. (2003):** Service-oriented computing: concepts, characteristics and directions. In: Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering, 2003, S. 3-12.
- Paul, C. C., Linda, M. N., Thomas, R. M., Col, L. (1996).** Software Architecture: An Executive Overview, Carnegie Mellon University 1996.
- Pedersen, S., Hasselbring, W. (2004):** Interoperabilität für Informationssysteme im Gesundheitswesen auf Basis medizinischer Standards. In: Informatik - Forschung und Entwicklung, Vol. 18 (2004) Nr. 3, S. 174-188
- Perry, D. E., Wolf, A. L. (1992):** Foundations for the study of software architecture. In: SIGSOFT Softw. Eng. Notes, Vol. 17 (1992) Nr. 4, S. 40-52.
- Pestalozza, C. (2007):** Das Recht auf Gesundheit. In: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, Vol. 50 (2007) Nr. 9, S. 1113-1118.

- Pfaff, H., Ernstmann, N. (2005):** Akzeptanz-Untersuchung zur Gesundheitskarten-Einführung(AUGE): Abschlussbericht einer Studie im Auftrag der Ärztekammer Nordrhein, Zentrum für Versorgungsforschung, Essen 2005.
- Poissant, L., Pereira, J., Tamblyn, R., Kawasumi, Y. (2005):** The Impact of Electronic Health Records on Time Efficiency of Physicians and Nurses: A Systematic Review. In: Journal of the American Medical Informatics Association, Vol. 12 (2005) Nr. 5, S. 505-516.
- Prokosch H.U. (2001):** KAS, KIS, EKA, EPA, EGA, E-Health: Ein Plädoyer gegen die babylonische Begriffsverwirrung in der Medizinischen Informatik, Informatik, Biometrie und Epidemiologie. In: Medizin und Biologie, Vol. 32 (2001) Nr. 4, S. 371-382.
- Ramirez, R. (1999):** Value co-production: intellectual origins and implications for practice and research. In: Strategic Management Journal, Vol. 20 (1999) Nr. 1, S. 49-65.
- Rankl, W., Effing, W. (2010):** Smart Card Handbook, John Wiley & Sons 2010.
- Redders, M., Jedamzik, S.:** Projektverbund der Modellregionen im Auftrag der Länder. In: [http://www.telemedizin Fuehrer.de/index.php?option=com\\_content&task=view&id=317&Itemid=62](http://www.telemedizin Fuehrer.de/index.php?option=com_content&task=view&id=317&Itemid=62), zugegriffen am: 22.05.2012.
- Reichert, M., Dadam, P., Mangold, R., Kreienberg, R. (2000):** Computerbasierte Unterstützung von Arbeitsabläufen im Krankenhaus - Konzepte, Technologien und deren Anwendung. In: Zentralblatt für Gynäkologie, Vol. 122 (2000) Nr. 1, S. 53-67.
- Landesdatenschutz Rheinland-Pfalz:** Erneut beachtliche Datenschutzverletzung: Arzt wirft Patientenunterlagen in Müllcontainer In: <http://www.datenschutz.rlp.de/de/presseartikel.php?pm=pm2009112001>, zugegriffen am: 21.03.2012.
- Richter, J.-P., Haller, H., Schrey, P. (2005):** Serviceorientierte Architektur. In: Informatik-Spektrum, Vol. 28 (2005) Nr. 5, S. 413-416.
- Riedl, B., Grascher, V., Neubauer, T. (2008):** A Secure e-Health Architecture based on the Appliance of Pseudonymization. In: Journal of Software, Vol. 3 (2008) Nr. 2, S.
- Riedl, C., Böhmman, T., Rosemann, M., Krcmar, H. (2009):** Quality management in service ecosystems. In: Information Systems and E-Business Management, Vol. 7 (2009) Nr. 2, S. 199-221.
- Rindfleisch, T. C. (1997):** Privacy, information technology, and health care. In: Commun. ACM, Vol. 40 (1997) Nr. 8, S. 92-100.
- Rivest, R. L., Shamir, A., Adleman, L. (1978).** A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems, CiteSeerX 1978.
- Robinson, J. C. (2004):** Reinvention of Health Insurance in the Consumer Era. In: JAMA: The Journal of the American Medical Association, Vol. 291 (2004) Nr. 15, S. 1880-1886.
- Rödel, K. (2012):** Building Data Warehouses for Evidence-based Medicine, München 2012.
- Roeder, N., Hensen, P. (2008):** Gesundheitsökonomie, Gesundheitssystem und öffentliche Gesundheitspflege: Ein praxisorientiertes Kurzlehrbuch, Deutscher Ärzteverlag, Köln 2008.

- Rohner, P., Winter, R. (2008):** Was kann die Wirtschaftsinformatik dazu beitragen, E-Health voran zu bringen? In: *Wirtschaftsinformatik*, Vol. 50 (2008) Nr. 4, S. 330-334.
- Rosen, M., Lublinsky, B., Smith, K. T., Balcer, M. J. (2008):** *Applied SOA: Service-Oriented Architecture and Design Strategies*, Wiley Publishing 2008.
- Sackett, D. L., Rosenberg, W. M. C., Gray, J. A. M., Haynes, R. B., Richardson, W. S. (1996):** Evidence based medicine: what it is and what it isn't. In: *BMJ*, Vol. 312 (1996) Nr. 7023, S. 71-72.
- Sadrian, A. A., Yoon, Y. S. (1994):** A Procurement Decision Support System in Business Volume Discount Environments. In: *Operations Research*, Vol. 42 (1994) Nr. 1, S. 14-23.
- Samuelson, P. (1954):** The pure theory of public expenditure. In: *Review of Economics and Statistics*, Vol. 36 (1954) Nr., S. 387-389.
- Schacherer, D., Schütz, M., Girlich, C., Schölmerich, J., Klebl, F. (2009):** Diagnostische und therapeutische Konsequenz von Ultraschallbefunden. In: *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift*, Vol. 134 (2009) Nr. 09, S. 393-398.
- Schächinger, U., Stieglitz, S. P., Kretschmer, R., Nerlich, M. (1999):** Telemedizin und Telematik in der Notfallmedizin. In: *Notfall + Rettungsmedizin*, Vol. 2 (1999) Nr. 8, S. 468-477.
- Schlingensiepen, I. (2011):** Kartenleser spalten die Ärzteschaft. In: *Ärztezeitung*, Vol. 30 (2011) Nr. 79, S. 12.
- Schumann, M., Hoch, T. (1995):** IT enabled business innovation. In: *3rd. European Conference on Information Systems (ECIS)*, 1995, Athens, S. 435-452.
- Schweiger, A., Sunyaev, A., Leimeister, J. M., Krcmar, H. (2007):** Information Systems and Healthcare XX: Toward Seamless Healthcare with Software Agents. In: *Communications of the AIS*, Vol. 19 (2007) Nr. 1, S. 692-709.
- Schweiger, A. A. H. (2007):** *Agentenbasiertes Konstruieren von verteilten Systemen am Beispiel Gesundheitswesens*, Gabler, Wiesbaden 2007.
- Shaw, M. (1990):** Toward higher-level abstractions for software systems. In: *Data & Knowledge Engineering*, Vol. 5 (1990) Nr. 2, S. 119-128.
- Shaw, M., Clements, P. (2006):** The golden age of software architecture. In: *Software*, IEEE, Vol. 23 (2006) Nr. 2, S. 31-39.
- Shaw, M., Garlan, D. (1996):** *Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline*, Prentice Hall 1996.
- Shekelle, P., Morton, S. C., Keeler, E. B. (2006):** *Evidence Report - Technology Assessment. Costs and Benefits of Health Information Technology 2006*.
- Silber, S. (2006):** Argumente für die Integrierte Versorgung als Regelversorgung in der Kardiologie. In: *Clinical Research in Cardiology*, Vol. 95 (2006) Nr. 2, S. 37-40.
- Simon, H. A. (1996):** *The Sciences of the Artificial*, MIT Press 1996.

- Simon, M. (2007):** Das Gesundheitssystem in Deutschland. Eine Einführung in Struktur und Funktionsweise, Huber, Bern 2007.
- Smith, E., Eloff, J. H. P. (1999):** Security in health-care information systems' current trends. In: International Journal of Medical Informatics, Vol. 54 (1999) Nr. 1, S. 39-54.
- Smith, P. C., Stepan, A., Valdmanis, V., Verheyen, P. (1997):** Principal-agent problems in health care systems: an international perspective. In: Health Policy, Vol. 41 (1997) Nr. 1, S. 37-60.
- Sommerville, I. (2006):** Software Engineering, Addison Wesley, Boston 2006.
- Sprague, J. R. H., Carlson, E. D. (1982):** Building Effective Decision Support Systems, Prentice Hall Professional Technical Reference 1982.
- Stanford, V. (2002):** Pervasive Health Care Applications Face Tough Security Challenges. In: IEEE Pervasive Computing, Vol. 1 (2002) Nr. 2, S. 8-12.
- Steinbrook, R. (2008):** Personally Controlled Online Health Data : The Next Big Thing in Medical Care? In: The New England Journal of Medicine, Vol. 358 (2008) Nr. 16, S. 1653-1656.
- Stewart, M., Brown, J. B., Donner, A., McWhinney, I. R., Oates, J., Weston, W. W., Jordan, J. (2000):** The impact of patient-centered care on outcomes. In: The Journal of family practice, Vol. 49 (2000) Nr. 9, S. 796-804.
- Stolba N., Tjoa A. (2006):** The Relevance of Data Warehousing and Data Mining in the Field of Evidence-based Medicine to Support Healthcare Decision Making. International Journal of Computer Systems Science and Engineering 3(3):143-148
- Stroetmann, K. A., Jones, T., Dobrev, A., N., S. V. (2006):** The economic benefits of implemented eHealth solutions at ten European sites. eHealth is Worth it, Luxembourg 2006.
- Sunyaev, A., Chorny, D. (2012):** Supporting chronic disease care quality: Design and implementation of a health service and its integration with electronic health records. In: J. Data and Information Quality, Vol. 3 (2012) Nr. 2, S. 3:1-3:31.
- Sunyaev, A., Dünnebeil, S., Mauro, C., J.M., L., Kremer, H. (2010):** Proceedings of Informatik 2010 Service Science. IT-Standards im Gesundheitswesen: Überblick und Entwicklungsperspektiven mit der Einführung Service-Orientierter Architekturen, GI Lecture Notes in Informatics, Leipzig 2010.
- Sweeney, L. (1997):** Guaranteeing anonymity when sharing medical data, the Datafly System. In: Proceedings of the AMIA Annual Fall Symposium, Vol. (1997) Nr., S. 51-55.
- Szyperski, C., Gruntz, D., Murer, S. (2002):** Component software: beyond object-oriented programming, Pearson Education 2002.
- Tang, P. C., Ash, J. S., Bates, D. W., Overhage, J. M., Sands, D. Z. (2006):** Personal Health Records: Definitions, Benefits, and Strategies for Overcoming Barriers to Adoption. In: Journal of the American Medical Informatics Association, Vol. 13 (2006) Nr. 2, S. 121-126.

**Techniker Krankenkasse (2009).** 1, Branchenbarometer E-Health, F.A.Z. - Institut fuer Management-, Markt- und Medieninformation, Frankfurt am Main 2009.

**Tsai, W. T., Fan, C., Chen, Y., Paul, R., Chung, J.-Y. (2006):** Architecture classification for SOA-based applications. In: IEEE (Hg.): Proceedings of the Ninth IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Distributed Computing 2006, Tempe, AZ S. 295 - 302

**Tsiknakis, M., Chronaki, C. E., Kapidakis, S., Nikolaou, C., Orphanoudakis, S. C. (1997):** An integrated architecture for the provision of health telematic services based on digital library technologies. In: International Journal on Digital Libraries, Vol. 1 (1997) Nr. 3, S. 257-277.

**Tsiknakis, M., Katehakis, D. G., Orphanoudakis, S. C. (2002):** An open, component-based information infrastructure for integrated health information networks. In: International Journal of Medical Informatics, Vol. 68 (2002) Nr. 1-3, S. 3-26.

**Tuffs, A. (2008):** Germany plans to introduce electronic health card In: BMJ, Vol. 329 (2008) Nr. 7458, S. 131.

**Tuffs, A. (2010):** Germany puts universal health e-card on hold. In: BMJ, Vol. 340 (2010) Nr. 1, S. c171.

**TURBOMED:** Preisliste & HzV Bestellfaxe. In: <http://www.turbomed.de/turbomed/preisliste>, zugegriffen am: 14.05.2012.

**Urgaonkar, B., Pacifici, G., Shenoy, P., Spreitzer, M., Tantawi, A. (2007):** Analytic modeling of multitier Internet applications. In: ACM Trans. Web, Vol. 1 (2007) Nr. 1, S.

**Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., Davis, F. (2003):** User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. In: Management Information Systems Quarterly, Vol. 27 (2003) Nr. 3, S. 425-478.

**Venkatraman (1994):** IT-enabled business transformation: from automation to business scope redefinition. In: MIT Sloan Management Review, Vol. 35 (1994) Nr. 2, S. 73-73.

**VHitG (2006).** Arztbrief auf Basis der HL7 Clinical Document Architecture Release 2 für das deutsche Gesundheitswesen – Implementierungsleitfaden –, Berlin 2006.

**VHitG (2007).** ADDENDUM ZUM ARZTBRIEF V1.50 - Darstellung Labor, Verband der Hersteller von IT-Lösungen für das Gesundheitswesen, Berlin 2007.

**Wasem, J., Greß, S., Niebuhr, D. (2005):** Gutachten im Auftrag des Bundesverbandes der Arzneimittelhersteller e.V. (BAH). Regulierung des Marktes für verschreibungspflichtige Arzneimittel im internationalen Vergleich 2005.

**Wegner, P. (1996):** Interoperability. In: ACM Comput. Surv., Vol. 28 (1996) Nr. 1, S. 285-287.

**Weinhardt, C., Schnizler, B., Luckner, S. (2003):** Market Engineering. In: Wirtschaftsinformatik, Vol. 45 (2003) Nr. 6, S. 635-640.

**Weisenfeld, U., Sörensen, C., Scherer, C. (2009):** Ärztliche Dienstleistung: eine Zufriedenheitsbefragung bei Patienten und niedergelassenen Ärzten. In: Das Gesundheitswesen, Vol. 72 (2009) Nr. 05, S. 259-270.

**Whitten, P., Steinfield, C., Hellmich, S. (2001):** Ehealth: Market Potential and Business Strategies. In: Journal of Computer-Mediated Communication, Vol. 6 (2001) Nr. 4, S.

**Wigand, R., Picot, A., Reichwald, R. (1997):** Management information systems; Information resources management; Information technology; Economic aspects Wiley, Chichester and New York 1997.

**Wilczek, S. (2008):** Aktive elektronische Dokumente in Telekooperationsumgebungen: Konzept und Einsatzmöglichkeiten am Beispiel elektronischer Patientenakten, Gabler, Wiesbaden 2008.

**Wilde, T., Hess, T. (2007):** Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. In: Wirtschaftsinformatik, Vol. 49 (2007) Nr. 4, S. 280-287.

**Yi, M. Y., Jackson, J. D., Park, J. S., Probst, J. C. (2006):** Understanding information technology acceptance by individual professionals: Toward an integrative view. In: Information & Management, Vol. 43 (2006) Nr. 3, S. 350-363.

**Zimmermann, H. (1980):** OSI Reference Model--The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection. In: IEEE Transactions on Communications, Vol. 28 (1980) Nr. 4, S. 425-432.