

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

Die Modellierung von Anforderungen an die Informationsverarbeitung im Krankenhaus

Inauguraldissertation

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

vorgelegt von
Elske Ammenwerth
aus Oldenburg

1999

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

Referent: Prof. Dr. R. Haux

”As technological artefacts, computers must produce correct results; they must be reliable, run efficiently, and be easy to maintain ... But as artefacts of general culture, computer systems must meet many further requirements: they must be accessible to non-technologists; they must smoothly augment human activities, meet people's expectations, and enhance the quality of life... These latter requirements are far more difficult to specify and to satisfy. We do not now (and in fact may never) understand human activities in enough detail to merely list the attributes computer systems would have to incorporate in order to meet these requirements.”

[Carroll J 1995]

”One of the most common forms of human folly is to lose sight of goals.”

[Martin J 1989]

Die Modellierung von Anforderungen an die Informationsverarbeitung im Krankenhaus

Kurzfassung

Die Informationsverarbeitung in einem Krankenhaus stellt einen wichtigen Qualitätsfaktor dar, aber auch einen erheblichen Kostenfaktor. Ein systematisches Management der Informationsverarbeitung ist daher notwendig. Ein wichtiges Werkzeug hierzu stellen Anforderungsmodelle dar. Im taktischen Management beschreiben sie die Anforderungen an ein zu entwickelndes oder auszuwählendes Werkzeug der Informationsverarbeitung. Im strategischen Management unterstützen sie unter anderem die Rahmenplanung durch die Formulierung von Anforderungen an die Informationsverarbeitung.

Obwohl zahlreiche spezielle Methoden und Ansätze zur Anforderungsmodellierung bekannt sind, bleiben die Ergebnisse ihrer Anwendung häufig unbefriedigend. So wird in der Literatur immer wieder von hohen Aufwänden z.B. bei der Erstellung von Anforderungsmodellen zur Auswahl von Werkzeugen oder zur Überprüfung der Güte der Informationsverarbeitung berichtet.

Eine Ursache für diese Probleme liegt in dem Fehlen eines einheitlichen Verständnisses des Begriffs des Anforderungsmodells sowie in der Anwendung verschiedener Methoden und Vorgehensweisen zu ihrer Erstellung. Existierende Anforderungsmodelle, selbst wenn sie mit der gleichen Zielsetzung erstellt wurden, sind daher häufig unterschiedlich strukturiert und verschieden detailliert. Dies erschwert einen Vergleich und eine Wiederverwendung verfügbarer Anforderungsmodelle und führt zu den beobachteten hohen Aufwänden.

In dieser Arbeit wird daher *ein allgemeines Anforderungsmodell* vorgestellt, welches eine einheitliche Anforderungsmodellierung ermöglicht, in allen Bereichen des Managements von Informationssystemen eingesetzt werden kann und sowohl für Experten wie auch für Anwender verständlich ist. Dabei wird von den zentralen Annahmen ausgegangen, daß sich alle Anforderungen aus den Zielen an das betrachtete Informationssystem ableiten lassen, und daß die Anforderungen in einer polyhierarchischen Beziehung zueinander stehen. Das Anforderungsmodell wird daher als polyhierarchischer Wurzelgraph definiert. Um eine formale Überprüfung konkreter Anforderungsmodelle zu ermöglichen, werden acht strukturelle und 11 inhaltliche Gütekriterien formuliert und ausführliche Hinweise für mögliche Korrekturansätze bei ihrer Verletzung gegeben.

Zur Unterstützung der Erstellung und Anwendung polyhierarchischer Anforderungsmodelle wird außerdem *eine 10-Schritt-Methode zur Anforderungsmodellierung* vorgestellt. Sie beschreibt, wie man ausgehend von den Systemzielen die Anforderungen ableitet, wie Gewichtungen und Verrechnungen innerhalb des Anforderungsmodells vorgegeben werden können, wie das Modell konkret zur Überprüfung eines Informationssystems bzw. einer Komponente angewandt und wie letztlich die Ergebnisse verrechnet und präsentiert werden können. Hierzu werden eine Reihe von Algorithmen sowie konkrete Hinweise gegeben. Besonders intensiv wird dabei die Gewährleistung der Güte der entstehenden Anforderungsmodelle berücksichtigt.

Die Anwendbarkeit des Modells und der 10-Schritt-Methode wird anhand von *zwei Beispielen* aufgezeigt. Im ersten Beispiel wird, basierend auf dem polyhierarchischen Modell, ein Anforderungsmodell für ein Pflegeprozeßdokumentationssystem erstellt und zur Bewertung zweier Dokumentationssysteme angewandt. Im zweiten Beispiel wird ein Anforderungsmodell zur Bewertung der Informationsverarbeitung in der Pflege erstellt und im Rahmen einer Studie in fünf Krankenhäusern angewandt.

Die beispielhaften Anwendungen des polyhierarchischen Anforderungsmodells und der 10-Schritt-Methode zeigen, daß der vorgestellte Ansatz der Anforderungsmodellierung praktikabel ist. Die entstehenden Anforderungsmodelle können in den verschiedenen Bereichen des Managements von Informationssystemen eingesetzt werden, sie sind gleichzeitig verständlich und auf strukturelle und inhaltliche Güte überprüfbar. Anforderungsmodelle werden dadurch vergleichbar und kombinierbar. Abschließend wird diskutiert, ob dadurch die bisher bestehenden Aufwände und Probleme bei der Erstellung von Anforderungsmodellen reduziert werden können.

Inhaltsübersicht

1	EINLEITUNG	1
2	GRUNDLAGEN	7
3	EIN ALLGEMEINES POLYHIERARCHISCHES ANFORDERUNGSMODELL.....	43
4	EINE 10-SCHRITT-METHODE ZUR ERSTELLUNG UND ANWENDUNG KONKRETER ANFORDERUNGSMODELLE.....	73
5	BEISPIELE: ANFORDERUNGSMODELLE IM TAKTISCHEN UND STRATEGISCHEN MANAGEMENT.....	97
6	ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION.....	105
7	ANHANG: VERZEICHNISSE	111
8	ANHANG: EIN ANFORDERUNGSMODELL FÜR EIN PFLEGEPROZEBDOKUMENTATIONSSYSTEM.....	125
9	ANHANG: EIN REFERENZ-ANFORDERUNGSMODELL FÜR DIE INFORMATIONSVERRARBEITUNG IN DER PFLEGE	143

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	GEGENSTAND UND BEDEUTUNG	1
1.2	PROBLEMATIK UND MOTIVATION	1
1.3	PROBLEMSTELLUNG	4
1.4	ZIELSETZUNG.....	5
1.5	FRAGESTELLUNG	5
2	GRUNDLAGEN	7
2.1	GRUNDLEGENDE DEFINITIONEN	7
2.1.1	<i>System, Modell, Metamodell</i>	<i>7</i>
2.1.2	<i>Anforderung, Anforderungsmodell, Anforderungsmodellierung</i>	<i>8</i>
2.1.3	<i>Informationssystem, Krankenhausinformationssystem</i>	<i>9</i>
2.1.4	<i>Sub-Informationssystem, Informationssystemkomponente, Werkzeug d. Informationsverarbeitung</i>	<i>10</i>
2.2	GRAPHENTHEORETISCHE GRUNDLAGEN	11
2.3	GRUNDLAGEN ZUR PFLEGEDOKUMENTATION	14
2.3.1	<i>Grundlegende Begriffe.....</i>	<i>14</i>
2.3.2	<i>Ziele der Pflegedokumentation</i>	<i>15</i>
2.3.3	<i>Der Pflegeprozeß</i>	<i>17</i>
2.3.4	<i>Pflegeprozeßdokumentationssysteme</i>	<i>17</i>
2.4	MANAGEMENT VON INFORMATIONSSYSTEMEN	19
2.4.1	<i>Strategisches Management</i>	<i>19</i>
2.4.2	<i>Taktisches Management.....</i>	<i>19</i>
2.4.3	<i>Das Management von Informationssystemen als Regelkreis</i>	<i>20</i>
2.5	REFERENZMODELLE FÜR INFORMATIONSSYSTEME	20
2.6	ANFORDERUNGSMODELLIERUNG IM TAKTISCHEN MANAGEMENT VON INFORMATIONSSYSTEMEN	21
2.6.1	<i>Anwendungsgebiete</i>	<i>22</i>
2.6.2	<i>Terminologie.....</i>	<i>23</i>
2.6.3	<i>Methoden</i>	<i>27</i>
2.6.4	<i>Probleme und Lösungsansätze.....</i>	<i>34</i>
2.6.5	<i>Zusammenfassung.....</i>	<i>36</i>
2.7	ANFORDERUNGSMODELLIERUNG IM STRATEGISCHEN MANAGEMENT VON INFORMATIONSSYSTEMEN	37
2.7.1	<i>Anwendungsgebiete</i>	<i>38</i>
2.7.2	<i>Terminologie.....</i>	<i>39</i>
2.7.3	<i>Methoden</i>	<i>39</i>
2.7.4	<i>Probleme und Lösungsansätze.....</i>	<i>41</i>
2.7.5	<i>Zusammenfassung.....</i>	<i>42</i>
2.8	ZUSAMMENFASSUNG	42
3	EIN ALLGEMEINES POLYHIERARCHISCHES ANFORDERUNGSMODELL.....	43
3.1	ANFORDERUNGEN AN ANFORDERUNGSMODELLE	43
3.2	EIN RAHMEN FÜR EINE ZIELBASIERTE ANFORDERUNGSMODELLIERUNG	44
3.3	ZIELE UND ANFORDERUNGEN.....	46
3.3.1	<i>Abgrenzung von Zielen und Anforderungen</i>	<i>46</i>
3.3.2	<i>Eigenschaften von Zielen und Anforderungen</i>	<i>47</i>
3.3.3	<i>Überprüfung von Anforderungen.....</i>	<i>48</i>
3.3.4	<i>Ein allgemeines Anforderungsmodell</i>	<i>52</i>
3.3.5	<i>Beziehungen zwischen Anforderungen.....</i>	<i>53</i>
3.3.6	<i>Vereinigung von Anforderungen.....</i>	<i>56</i>
3.3.7	<i>Detailliertheit von Anforderungen</i>	<i>57</i>
3.3.8	<i>Beziehungen zwischen Zielen.....</i>	<i>58</i>
3.4	DEFINITION EINES POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLS.....	59
3.4.1	<i>Formale Definition.....</i>	<i>59</i>
3.4.2	<i>Strukturelle Gütekriterien</i>	<i>60</i>
3.4.3	<i>Inhaltliche Gütekriterien.....</i>	<i>63</i>
3.4.4	<i>Beispiel zur Anwendung der Gütekriterien.....</i>	<i>66</i>
3.4.5	<i>Zusammenfassung und Bewertung.....</i>	<i>71</i>
3.5	ZUSAMMENFASSUNG	71
4	EINE 10-SCHRITT-METHODE ZUR ERSTELLUNG UND ANWENDUNG KONKRETER ANFORDERUNGSMODELLE.....	73

4.1	ERMITTLUNG DER ANFORDERUNGEN	73
4.1.1	<i>Festhalten von Interessengruppe und Anwendungszweck</i>	73
4.1.2	<i>Aufstellung der Ziele</i>	74
4.1.3	<i>Ableitung der Anforderungen</i>	77
4.1.4	<i>Überprüfung der Qualität des Anforderungsmodells.....</i>	79
4.2	DARSTELLUNG DER ANFORDERUNGEN	88
4.2.1	<i>Übersicht über das Anforderungsmodell</i>	88
4.2.2	<i>Festlegen der möglichen Ausprägungen der Blattanforderungen</i>	89
4.2.3	<i>Festlegen der Gewichtungen.....</i>	89
4.3	ANWENDUNG DER ANFORDERUNGEN	91
4.3.1	<i>Festlegen von Normierungs-, Gewichtungs- und Verrechnungsfunktion</i>	91
4.3.2	<i>Typische Bewertungsszenarien</i>	92
4.3.3	<i>Durchführung der Bewertungen</i>	93
4.3.4	<i>Darstellung der Ergebnisse</i>	94
4.4	EINE 10-SCHRITT-METHODE ZUR ANFORDERUNGSMODELLIERUNG	95
4.5	ZUSAMMENFASSUNG	96
5	BEISPIELE: ANFORDERUNGSMODELLE IM TAKTISCHEN UND STRATEGISCHEN MANAGEMENT.....	97
5.1	EIN ANFORDERUNGSMODELL FÜR EIN PFLEGEPROZEBDOKUMENTATIONSSYSTEM.....	97
5.1.1	<i>Erstellung des Anforderungsmodells</i>	97
5.1.2	<i>Anwendung zur Bewertung von zwei Pflegeprozeßdokumentationssystemen</i>	98
5.1.3	<i>Validierung der Ergebnisse</i>	99
5.2	EIN REFERENZ-ANFORDERUNGSMODELL FÜR DIE INFORMATIONSVERARBEITUNG IN DER PFLEGE	101
5.2.1	<i>Erstellung des Referenz-Anforderungsmodells</i>	101
5.2.2	<i>Anwendung zur Bewertung der Informationsverarbeitung in der Pflege</i>	102
5.3	ZUSAMMENFASSUNG	103
6	ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION.....	105
6.1	BEANTWORTUNG DER FRAGESTELLUNG	105
6.2	ERREICHEN DER ZIELE.....	108
6.3	AUSBLICK.....	109
7	ANHANG: VERZEICHNISSE	111
7.1	VERZEICHNIS DER LITERATUR	111
7.2	VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN.....	120
7.3	VERZEICHNIS DER DEFINITIONEN	121
7.4	VERZEICHNIS DER TABELLEN	123
7.5	VERZEICHNIS DER VERWENDETEN SYMBOLE.....	124
8	ANHANG: EIN ANFORDERUNGSMODELL FÜR EIN PFLEGEPROZEBDOKUMENTATIONSSYSTEM.....	125
8.1	ZIELMODELL.....	125
8.2	ANFORDERUNGSMODELL.....	126
8.3	GRAPHISCHE DARSTELLUNG	130
8.4	BEWERTUNGSKRITERIEN DER BLATTANFORDERUNGEN.....	131
8.5	BEWERTUNG ZWEIER PFLEGEPROZEBDOKUMENTATIONSSYSTEME.....	134
8.5.1	<i>Bewertung der Blattanforderungen</i>	135
8.5.2	<i>Bewertung der Anforderungen.....</i>	138
8.5.3	<i>Bewertung der Ziele.....</i>	140
8.5.4	<i>Polaritätsprofile zweier Pflegeprozeßdokumentationssysteme</i>	142
9	ANHANG: EIN REFERENZ-ANFORDERUNGSMODELL FÜR DIE INFORMATIONSVERARBEITUNG IN DER PFLEGE	143
9.1	ZIELMODELL.....	143
9.2	ANFORDERUNGSMODELL.....	144
9.3	VERGABE DER GEWICHTUNGEN	146
9.4	BEWERTUNG DER INFORMATIONSVERARBEITUNG IN DER PFLEGE IN FÜNF KRANKENHÄUSERN	149
9.4.1	<i>Bewertungen der Blattanforderungen.....</i>	149
9.4.2	<i>Bewertung der Ziele.....</i>	151
9.4.3	<i>Polaritätsprofile zur Informationsverarbeitung in der Pflege</i>	152

1 Einleitung

1.1 *Gegenstand und Bedeutung*

Die Informationsverarbeitung in einem Krankenhaus stellt einen wichtigen Qualitätsfaktor dar, aber auch einen erheblichen Kostenfaktor ([Haux R et al. 1996], [Winter A et al. 1998]). Die Güte der Informationsverarbeitung ist wesentlich dafür, daß Informationsbedürfnisse eines Arztes schnell und vollständig erfüllt werden können. Da nach [Trampisch H 1995] die Medizin "ohne eine umfassende und sorgfältig geplante Erhebung und Verarbeitung von Informationen nicht möglich" ist, trägt die Informationsverarbeitung wesentlich zu einer qualitativ hochwertigen Patientenversorgung bei. Die Kosten, die dabei jährlich in einem Krankenhaus für die Informationsverarbeitung aufgewendet werden, können nach früheren Untersuchungen ca. 25% der Gesamtkosten des Krankenhauses betragen ([Haux R et al. 1996], [Winter A et al. 1998]). Hierin enthalten sind Investitionskosten sowie laufende Kosten für konventionelle und rechnergestützte Informationsverarbeitung einschließlich der Personalkosten.

Das gesamte informationsverarbeitende und informationsspeichernde Teilsystem eines Krankenhauses wird nach [Winter A et al. 1998] als Krankenhausinformationssystem bezeichnet. Dieses umfaßt nicht nur Rechnersysteme und die darauf installierten rechnerbasierten Anwendungssysteme, sondern auch konventionelle Werkzeuge der Informationsverarbeitung (wie Patientenakte, Telefon) sowie die durch die Werkzeuge realisierten informationsverarbeitenden Verfahren.

Die Komplexität der Informationsverarbeitung erfordert generell ein umfassendes und systematisches Management ([Winter A et al. 1998], [Haux R et al. 1998]). Das Management von Informationssystemen hat nach [Winter A et al. 1998] die Aufgabe, das Krankenhausinformationssystem zu planen, seinen Aufbau und die Weiterentwicklung zu steuern und den Betrieb zu überwachen. Während sich das strategische Management mit dem Informationssystem als Ganzes bzw. mit seinen wesentlichen Teilen beschäftigt, geht es beim taktischen Management um einzelne informationsverarbeitende Verfahren.

Die Modellierung von Anforderungen ist eine ganz wesentliche Aufgabe des Managements von Informationssystemen. Eine korrekte, nachvollziehbare und dem jeweiligen Ziel angemessene Aufstellung von Anforderungen trägt wesentlich zu einer hohen Qualität von informationsverarbeitenden Werkzeugen bei, da nur so z.B. optimal passende Werkzeuge ausgewählt bzw. entwickelt werden können. Sie spielt damit auch eine wesentliche Rolle bei der Vermeidung von Kosten (z.B. Kosten aufgrund einer fehlgeschlagenen Entwicklung oder erfolglosen Einführung aufgrund mangelhaft modellierter Anforderungen).

1.2 *Problematik und Motivation*

Bedeutung der Anforderungsmodellierung für das Management von Informationssystemen

Eine wichtige Aufgabe des taktischen Managements von Krankenhausinformationssystemen liegt in der Einführung, der Modifikation und der Ablösung vorhandener Werkzeuge der Informationsverarbeitung. Die Einführung neuer Werkzeuge kann z.B. durch neue Gesetze gefordert werden (z.B. Datenübermittlung nach §301 SGBV an die Krankenkassen). Die Ablösung bzw. Ersetzung vorhandener informationsverarbeitender Werkzeuge kann unter anderem durch technische Fortschritte verursacht werden (z.B. Ersetzung des zentralen Großrechners der Verwaltung durch ein moderneres Rechnersystem), oder durch strategische Entscheidungen (z.B. Vereinheitlichung der verwendeten Anwendungssysteme mit der Folge, daß das bisherige Patientenmanagementsystem durch ein anderes abgelöst wird). Auch Hoffnungen auf Kosteneinsparung und Qualitätsverbesserung können zu einer Änderung der Architektur des Krankenhausinformationssystems führen (z.B. Rechnerunterstützung des bisher konventionell realisierten Verfahrens "Pflegedokumentation").

Bei all diesen Vorgängen müssen im Vorfeld die Anforderungen, welche das neue Werkzeug erfüllen soll, genau dokumentiert werden. Die Definition der Anforderungen unterstützt die systematische Auswahl passender Werkzeuge (z.B. im Wege einer Ausschreibung). Außerdem ermöglicht die Kenntnis der Anforderungen auch die Bewertung der Auswirkungen nach Einführung des neuen Werkzeuges. Hierbei wird geprüft, ob die eingesetzten Werkzeuge die gestellten Anforderungen erfüllen (z.B. Erfüllt das neue Verfahren die Anforderung des §301 SGB V? Ist das neue Rechnersystem in der Verwaltung leistungsfähiger? Steigt die Qualität der Pflegedokumentation durch Rechnerunterstützung?). Die Definition von Anforderungen ist damit für das taktische Management von großer Bedeutung.

Im strategischen Management betrachtet man das Informationssystem und damit die Informationsverarbeitung als Ganzes. In Rahmenplänen von Krankenhausinformationssystemen (z.B. [Klinikum Leipzig 1996], [Klinikum Heidelberg 1997]) wird der Ist-Zustand festgehalten und bewertet. Aus dem Ist-Zustand werden dann Vorgaben für die Weiterentwicklung abgeleitet. Auch hier werden Anforderungen definiert, welche das Krankenhausinformationssystem erfüllen soll (z.B. möglichst zeitnahe Leistungserfassung). Diese Anforderungen ermöglichen es dem strategischen Management, das Krankenhausinformationssystem zielgerichtet zu überwachen (z.B. Werden die Leistungen innerhalb von 7 Tagen dokumentiert?) und ggf. steuernd einzugreifen (z.B. Projekt: "Mobile Leistungserfassung am Krankenbett").

Damit besteht offensichtlich sowohl im Rahmen des strategischen als auch des taktischen Managements der Bedarf, Anforderungen an die Informationsverarbeitung sowie an die realisierenden Werkzeuge zu ermitteln, darzustellen und anzuwenden. Die Fähigkeit, Anforderungen zu modellieren, kann das Management des Informationssystems bei dessen systematischer Planung, Steuerung und Überwachung unterstützen.

Aktuelle Probleme bei der Anforderungsmodellierung im taktischen Management

In einer Reihe von Publikationen wird über Projekte der Modellierung von Anforderungen an Werkzeuge der Informationsverarbeitung berichtet (z.B. [Stausberg J et al. 1998], [Verbeeck R et al. 1995], [Beß A et al. 1998], [Seidel C et al. 1996], [Garschke J 1998], [Abendroth T 1992]). Meistens geht es um die Aufstellung von Anforderungskatalogen als Vorbereitung für die Auswahl eines geeigneten Werkzeugs. In den Publikationen wird immer wieder über hohe Aufwände berichtet. Die hohen Aufwände resultieren z.B. aus der geforderten Detailliertheit der Kataloge (da sie ja Basis für eine Systemauswahl sein sollen) sowie aus der Notwendigkeit, zuerst die Ziele des Informationssystems und gegebene Rahmenbedingungen (wichtig z.B. für Schnittstellen zu anderen Anwendungssystemen) zu formulieren.

Aufgrund der beobachteten hohen Aufwände bei der Erstellung von Anforderungskatalogen haben sich zahlreiche Arbeitsgruppen der Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) damit beschäftigt, Referenz-Anforderungskataloge für unterschiedliche Bereiche aufzustellen. Diese sollen als Vorlage bei der Erstellung konkreter Anforderungskataloge dienen, und damit den Aufwand bei Ausschreibungen und Bewertungen vermindern. Beispiele für entsprechende Referenz-Anforderungskataloge von GMDS-Arbeitsgruppen finden sich in [Gierl L et al. 1999], [GMDS et al. 1996], [GMDS 1997], [GMDS 1997] und [GMDS 1998]. Entsprechende Arbeiten aus anderen Bereichen finden sich z.B. in [Agnes Karll Institut für Pflegeforschung 1995].

Die Notwendigkeit solcher Referenz-Anforderungskataloge wird in zahlreichen Tagungen betont (siehe z.B. [Herrmann G et al. 1998]). Das Interesse an ihnen ist groß. Im Rahmen entsprechender Veröffentlichungen und auf Fachtagungen wird aber immer wieder auf die Problematik bei der Nutzung dieser Referenz-Anforderungskataloge hingewiesen. So sind der Aufbau und die Gliederungen der einzelnen Kataloge sehr unterschiedlich. Viele beschränken sich auf die Auflistung rein funktionaler Anforderungen ("Was"), andere wiederum berücksichtigen z.B. auch das "Wie", also z.B. ergonomische Anforderungen. Die Kataloge sind sehr unterschiedlich detailliert ausgearbeitet (z.B. [GMDS 1998] mit 2 Seiten, [Gierl L et al. 1999] mit 26 Seiten). Gerade bei knapperen Katalogen sind die Anforderungen nicht immer näher erläutert. Meistens ist nicht beschrieben, in welcher Weise die Anforderungen aufgestellt wurden, insbesondere werden die der Aufstellung zugrunde liegenden Zielset-

zungen nicht erwähnt. Ohne eine systematische Vorgehensweise ist aber z.B. die Überprüfung der Vollständigkeit der Kataloge erschwert. Vorgegebene Bewertungskriterien sollen die Anwendung der Kataloge erleichtern, diese sind aber von Katalog zu Katalog unterschiedlich.

Die fehlende Vereinbarung einheitlicher Vorgehensweisen und Gliederungen bei der Aufstellung von Referenz-Anforderungskatalogen erschwert deren Auswahl und Nutzung in konkreten Projekten. Letztlich scheinen solche Anforderungskataloge ihren Nutzen vor allem in einer ersten Orientierungshilfe bei einer Marktanalyse oder als Schema zur Strukturierung eigener Anforderungskataloge zu haben. Damit reduzieren sich die berichteten hohen Aufwände bei der Erstellung von Anforderungskatalogen für einzelne Krankenhäuser offensichtlich nicht spürbar. So sind Berichte, daß die direkte Benutzung publizierter Referenz-Anforderungskataloge zu einer Zeitersparnis bei konkreten Auswahlprojekten geführt habe, bisher nicht zu finden. Damit führt die bisherige Vorgehensweise, ohne einheitliche Methodik Anforderungskataloge für verschiedene Bereiche von Arbeitsgruppen aufstellen zu lassen, nur zu Katalogen von sehr unterschiedlicher Struktur und Qualität.¹

Das Problem der fehlenden bzw. untauglichen Referenz-Anforderungskataloge wird auch im Bereich der Pflege deutlich. Hier gibt es bereits seit einigen Jahren rechnerbasierte Anwendungssysteme zur Unterstützung der sogenannten "patientenfernen" Tätigkeiten wie Stationsorganisation, Dienstplanung, PPR-Erfassung oder Leistungskommunikation. Im Bereich der sogenannten "patientennahen" Tätigkeiten und zwar insbesondere im Bereich der Pflegeprozeßdokumentation gibt es bisher kaum erfolgreiche Ansätze zur DV-Unterstützung ([Hacker W et al. 1999], [Schrader U et al. 1995]).

Dies wird unterschiedlich erklärt. So ist die Pflegeprozeßdokumentation komplex und bisher wenig formalisiert (vgl. die Diskussion zu Pflegestandards und zur pflegerischen Sprache) ([Richter D 1997]). Des weiteren sind hier die Widerstände der Pflegekräfte stärker (Angst vor Verlust der pflegerischen Autonomie und vor Überhandnahme administrativer Tätigkeiten) ([Büssing A et al. 1998]).

Die Tatsache, daß nur vereinzelt rechnergestützte Pflegeprozeßdokumentationssysteme im Einsatz sind, erschwert gleichzeitig wieder die Aufstellung von Anforderungen an solche Systeme. So gibt es noch kaum Benutzer solcher Systeme, welche man befragen könnte. Auch können Erfahrungen nicht aus dem Betrieb solcher Systeme abgeleitet werden. Die Unterstützung der Anforderungsmodellierung durch geeignete Methoden könnte daher für die Auswahl und Einführung rechnergestützter Pflegeprozeßdokumentationssysteme von großem Nutzen sein.

Aktuelle Probleme bei der Anforderungsmodellierung im strategischen Management

Beispiele für Anforderungsmodellierung im Rahmen des strategischen Managements finden sich insbesondere in Rahmenkonzepten (z.B. [Klinikum Leipzig 1996], [Klinikum Heidelberg 1997], [Gräber S et al. 1994]). Etwas allgemeiner beschäftigen sich z.B. [Bakker A et al. 1992], [Ferrara M 1996], [Prokosch HU et al. 1995] und [Chen T et al. 1995] mit Anforderungen an Krankenhausinformationssysteme. Es werden jeweils globale Ziele und Anforderungen an die Informationsverarbeitung als Ganzes beschrieben.

Die vorliegenden Rahmenkonzepte weisen darüber hinaus folgende prinzipielle Struktur auf: Nach einer Auflistung der globalen Ziele der Informationsverarbeitung folgt eine Beschreibung des Ist-Zustandes. Dieser wird anhand der Erreichung bzw. Nichterreichung der Ziele bewertet und daraus die Anforderungen in einem Sollkonzept festgehalten. Anschließend folgen konkrete Maßnahmen- und Zeitpläne für die Umsetzung des Sollkonzepts.

¹ Ähnliche Beobachtungen lassen sich zur Zeit im Bereich der Pflegestandards machen. Zahlreiche Krankenhäuser und Arbeitsgruppen erarbeiten gegenwärtig Pflegestandards, ohne daß Einigkeit über Begriff, Struktur, Zielsetzung und Vorgehensweise besteht. Von entsprechend unterschiedlicher Qualität und Struktur sind die bisher publizierten Pflegestandards. Daher gibt es jetzt Forderungen, daß zunächst Fachverbände die grundsätzlichen Begriffe klären und Vorgaben machen sollen, bevor mit der konkreten Erarbeitung begonnen wird.

Die Bedeutung solcher Rahmenkonzepte als Basis für die gesamte Planung der Informationsverarbeitung wird immer mehr betont. Entsprechend möchten immer mehr Krankenhäuser die Leitlinien ihrer Informationsverarbeitung in einem Rahmenkonzept festhalten. Hierzu werden häufig existierende Rahmenkonzepte als Vorbild genommen. Das Problem hierbei ist aber, daß die Ziele und der Ist-Zustand sowie die daraus abgeleiteten Anforderungen jeweils spezifisch für ein Haus sind und daher nicht ohne weiteres übertragbar sind.

Daher wird vermehrt auf Fachtagungen und in Diskussionen die Entwicklung eines Referenz-Rahmenkonzepts gefordert, welches als Vorbild für die Ableitung hausspezifischer Rahmenkonzepte dienen könnte. Ein solches Referenz-Rahmenkonzept könnte unter anderem Vorgaben dazu machen, welche Ziele an ein Informationssystem denkbar sind, und bei welchem Ist-Zustand sich welche Anforderungen daraus ableiten lassen. Wie eine entsprechende Vorgehensweise und Methodik aussehen kann, ist noch unklar. Ein entsprechendes Forschungsprojekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) mit dem Titel "Anforderungskatalog für ein Krankenhausinformationssystem" wurde erst 1998 gestartet ([Buchauer A et al. 1999]). Hier besteht also offensichtlich großer Bedarf an einer Vereinheitlichung der Darstellung und Vorgehensweise. Ein solcher Referenz-Anforderungskatalog könnte z.B. als Basis für Investitionsentscheidungen verwendet werden und damit bisher bestehende Aufwände verringern.

Fazit

Bei dem Aufstellen von Anforderungen für die Informationsverarbeitung und deren Werkzeuge in Krankenhäusern müssen sowohl im strategischen als auch im taktischen Management bisher hohe Aufwände betrieben werden. Referenz-Anforderungsmodelle gibt es noch nicht, oder sie sind aufgrund fehlender einheitlicher Vorgehensweise und Methodik nur beschränkt verwendbar. Eine Methodik zur systematischen Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungen an die Informationsverarbeitung könnte helfen, die Aufwände bei der Anforderungsmodellierung zu reduzieren. Dadurch können Zeit und Kosten gespart und das Management der Informationsverarbeitung wirksam unterstützt werden. Dies gilt z.B. auch im Bereich der Anforderungsmodellierung bei der Unterstützung des Pflegeprozesses.

1.3 Problemstellung

P1 Anforderungsmodelle können sowohl das taktische als auch das strategische Management von Informationssystemen bei deren Planung und Bewertung unterstützen. Es fehlt aber ein Metamodell für Anforderungsmodelle, welches als einheitliche Basis für die Erstellung konkreter Anforderungsmodelle dienen könnte. Dies behindert die Entwicklung von Referenz-Anforderungsmodellen und verursacht in konkreten Projekten immer wieder hohe Aufwände.

P2 Es fehlen einheitliche Vorgaben und Methoden, wie Anforderungen an die Informationsverarbeitung systematisch und zielgerichtet ermittelt, dargestellt und angewandt werden können. Dies erschwert die Erstellung und die Nachvollziehbarkeit existierender Anforderungsmodelle.

P3 Es existiert bisher kein allgemeines, vollständiges Anforderungsmodell für Pflegeprozeßdokumentationssysteme, welches dem taktischen Management als Basis für Bewertung, Auswahl und Einführung dieser Systeme im Krankenhaus dienen könnte. Außerdem existiert bisher kein allgemeines, vollständiges Referenz-Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung in Krankenhäusern, welches dem strategischen Management als Basis für Rahmenplanungen, Investitionsentscheidungen und Ausschreibungen des Krankenhausinformationssystems bzw. seiner Komponenten dienen könnte.

1.4 Zielsetzung

Z1 Ziel dieser Arbeit ist es, ein allgemeines Anforderungsmodell zu entwerfen, welches die Erstellung konkreter Anforderungsmodelle sowohl im taktischen als auch im strategischen Management von Informationssystemen unterstützt.

Z2 Ziel ist es, eine einheitliche Methode zur systematischen Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungsmodellen auf Basis des allgemeinen Anforderungsmodells aus Z1 zu entwerfen.

Z3 Ziel ist es, die Praktikabilität der Ergebnisse aus Z1 und Z2 anhand von Beispielen aufzuzeigen. Als Beispiel aus dem taktischen Management soll ein Anforderungsmodell für Pflegeprozeßdokumentationssysteme erarbeitet werden. Als Beispiel aus dem strategischen Management soll ein Referenz-Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung am Beispiel der Informationsverarbeitung in der Pflege entwickelt werden. Beide Anforderungsmodelle sind konkret anzuwenden.

1.5 Fragestellung

Fragen zu Ziel 1

F1.1 Was sind Anforderungsmodelle? Welche Typen von Anforderungsmodellen gibt es?

F1.2 Welche Ansätze und Probleme gibt es bei der Modellierung von Anforderungen an die Informationsverarbeitung?

F1.3 Welche Anforderungen an Anforderungsmodelle für Informationsverarbeitung lassen sich ableiten?

F1.4 Wie kann ein Anforderungsmodell formal definiert werden? Welche Elemente muß es enthalten?

F1.5 Wie kann die Güte eines Anforderungsmodells überprüft werden?

Fragen zu Z2

F2.1 Wie können Anforderungen an die Informationsverarbeitung systematisch ermittelt werden?

F2.2 Wie können Anforderungen an die Informationsverarbeitung systematisch dargestellt werden?

F2.3 Wie können Anforderungen an die Informationsverarbeitung systematisch angewandt werden?

Fragen zu Ziel 3

F3.1 Wie sieht ein Anforderungsmodell für Pflegeprozeßdokumentationssysteme aus?

F3.2 Wie sieht ein Referenz-Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung in der Pflege aus?

2 Grundlagen

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über den Stand der Anforderungsmodellierung im taktischen und strategischen Management.

Zunächst werden die zentralen Begriffe dieser Arbeit vorgestellt. In Kapitel 2.1 werden hierzu grundlegende Begriffe definiert, in Kapitel 2.2 graphentheoretische Grundlagen vorgestellt, und in Kapitel 2.3 die Grundlagen der Pflegedokumentation erläutert.

Kapitel 2.4 beschreibt anschließend die Ziele und Aufgaben des Managements von Informationssystemen, und Kapitel 2.5 stellt Referenzmodelle vor.

Kapitel 2.6 und 2.7 untersuchen im Detail die Nutzung von Anforderungsmodellen im Rahmen des taktischen bzw. strategischen Managements von Informationssystemen. Dabei wird auf Anwendungsgebiete, verwendete Terminologie, eingesetzte Methoden, auftretende Probleme und zugehörige Lösungsansätze eingegangen.

2.1 Grundlegende Definitionen

Im folgenden werden die wichtigsten Begriffe dieser Arbeit abgeleitet und definiert.

2.1.1 System, Modell, Metamodell

Im Zentrum dieser Arbeit stehen die Begriffe Anforderung und Anforderungsmodell bzw. Anforderungsmodellierung. Vor einer Definition dieser Begriffe ist eine Definition der Begriffe System und Modell sinnvoll:

Unter einem System kann dabei, vereinfachend betrachtet, eine geordnete Menge von Elementen verstanden werden, zwischen denen Beziehungen bestehen (nach [Ferstl O et al. 1993]). Im folgenden soll dabei die etwas feinere Definition nach [Haux R et al. 1998] gelten:

Definition 2-1: System

Ein System ist eine Menge von Personen, Dingen und/oder Vorgängen und des ganzheitlichen Zusammenhangs zwischen diesen.

Ein System läßt sich dabei nach beliebigen Kriterien in Teilsysteme gliedern.

Der Begriff Modell wird häufig definiert als "idealisierte, vereinfachte, in gewisser Hinsicht ähnliche Darstellung eines Gegenstands, Systems oder sonstigen Weltausschnitts mit dem Ziel, daran bestimmte Eigenschaften des Vorbilds besser studieren zu können" ([Schneider H-J 1997]). Damit wird bei dieser Art von Definition ein Modell als Abbild einer Realität ("Weltausschnitt ...") angesehen. Problematisch ist hierbei, daß diese Definition fordert, daß das Modell in irgendeiner Form mit einer Realität übereinstimmen soll ("in gewisser Hinsicht ähnlich ..."). Wie diese Realität beschaffen ist, und wie sie faßbar gemacht werden kann, wird nicht erläutert.

Für die folgende Arbeit soll daher die Definition von [Schütte R 1998] gelten:

Definition 2-2: Modell.

Ein Modell ist das Ergebnis einer Konstruktion eines Modellierers, der für Modellnutzer Elemente eines Systems zu einer Zeit als relevant mit Hilfe einer Sprache deklariert.

Diese Definition betont, daß ein Modell durch einen Modellierer nur erstellt wird, um Modellnutzern etwas zu verdeutlichen. Es ist nicht gefordert, daß ein Modell eine (wie auch immer geartete) Abbildung einer Realität sein muß. Es gibt also keine "richtigen" und "falschen" Modelle. Außerdem berücksichtigt sie die verwendete Modellierungssprache.

In diesem Rahmen spielt auch der Begriff Metamodell eine wichtige Rolle. Nach [Schütte R 1998] ist ein Metamodell wie folgt definiert:

Definition 2-3: Metamodell.

Metamodelle beschreiben Rahmenbedingungen von Modellierungen auf einer schematischen Ebene. Sie sind die konzeptionelle Beschreibung der Modellierung, durch die sowohl die verwendeten Modellierungskonzepte (abstrakte Syntax und Semantik), deren Repräsentation (konkrete Syntax) als auch das Modellierungsvorgehen (Aktivität) angegeben wird.

Ein Metamodell legt damit die Syntax und Semantik einer Modellierungssprache fest und beschreibt das Vorgehen, wie bei der Modellierung vorzugehen ist. Ein Beispiel für ein Metamodell ist das 3LGM, welches zur Modellierung der Informationsverarbeitung von Krankenhausinformationssystemen verwendet wird (Einzelheiten siehe [Winter A et al. 1995]).

2.1.2 Anforderung, Anforderungsmodell, Anforderungsmodellierung

Weitere grundlegende Begriffe für diese Arbeit sind Ziel, Anforderung und Anforderungsmodell.

Der Begriff Anforderung wird von [Schneider H-J 1997] wie folgt definiert: "Anforderungen an ein System sind Aussagen über zu erbringende Leistungen". Der Begriff der "Leistung" wird nicht näher ausgeführt. [Balzert H 1996] definiert ähnlich: "Anforderungen legen die qualitativen und quantitativen Eigenschaften eines Produkts aus der Sicht des Auftraggebers fest." Hier wird betont, daß Anforderungen relativ sind ("aus Sicht des Auftraggebers"). [Yeh R et al. 1980] definiert Anforderungen als "... einen Satz zentraler Eigenschaften oder Bedingungen, denen ein Softwaresystem genügen muß.... Er beschränkt den Lösungsraum des Problems, ein nützliches Softwaresystem zu entwickeln." Die Idee der Qualität betont [Bach J 1999]: "Anforderungen sind eine Menge von Ideen, die gemeinsam die Qualität eines bestimmten Produktes definieren".

Im allgemeinen werden funktionale und nichtfunktionale Anforderungen unterschieden. Funktionale Anforderungen beschreiben dabei geforderte Eingaben, Funktionen und Ausgaben eines Systems ([Schneider H-J 1997]). Nichtfunktionale Anforderungen, auch "constraints" genannt (z.B. [Yeh R et al. 1980]), sind allgemeine Qualitätsattribute des betrachteten Systems ([Mylopoulos J et al. 1999]). Nach [Partsch H 1991] können nichtfunktionale Anforderungen in folgende vier Bereiche untergliedert werden.

- Qualitätsattribute einzelner Funktionen: z.B. Ausführungsverhalten, Wartbarkeit, Zuverlässigkeit.
- Anforderungen an das Gesamtsystem: z.B. Einfachheit, Verfügbarkeit von Schnittstellen, Qualität der Dokumentation, Sicherheit, Benutzerfreundlichkeit.
- Anforderungen an die Systementwicklung: z.B. Projektumfang, Prioritäten, Vorgehensweisen, verfügbare Ressourcen, Kosten der Entwicklung.
- Anforderungen an Einführung: z.B. Testdurchführung, Abnahme, Betriebsbeschränkungen, Wartung, Schulung.

Da es in dieser Arbeit um Anforderungen an die Informationsverarbeitung allgemein und nicht nur in der Systementwicklung geht, werden im folgenden nur die ersten beiden Punkte berücksichtigt.

Übereinstimmend weisen alle Autoren darauf hin, daß die Beachtung nichtfunktionaler Anforderungen wichtiger Bestandteil jeder Anforderungsdefinition ist (z.B. [Dardenne A et al. 1993], [Yeh R et al. 1980]), diese aber gegenüber den funktionalen Anforderungen häufig vernachlässigt werden.

Nach [Dardenne A et al. 1993] werden konkrete, überprüfbare Anforderungen von den zugrunde liegenden, allgemeineren Ziele unterschieden. Auch [Mylopoulos J et al. 1999] trennen zwischen Zielen und Anforderungen. Eine getrennte Definition von Zielen und Anforderungen scheint daher sinnvoll.

Nach [Martin J 1989] kann man bei den Zielen eines Unternehmens "objectives" und "goals" unterscheiden. "Objectives" sind danach "allgemeine Aussagen über die Richtung, in welche ein Betrieb gehen möchte, ohne daß konkrete und innerhalb einer gewissen Zeit zu erreichende Ziele genannt werden. "Goals" sind dagegen "spezifische Ziele, welche innerhalb einer gegebenen Zeit erreicht werden sollen." "Goals" sollten dabei möglichst präzise (z.B. "Verkäufe um 30% pro Jahr steigern") und damit überprüfbar sein. Ziele können in einer Hierarchie angeordnet werden, wobei "higher-level goals" bei der Ermittlung von "lower-level goals" helfen können. Die "objectives" sollen im folgen-

den als "Ziele" bezeichnet werden. Die "goals" entsprechen eher den Anforderungen, da sie konkreter sind.

Aus den bisherigen Ausführungen lassen sich folgende Definitionen ableiten.

Definition 2-4: Ziel

Ziele eines (realen oder fiktiven) Systems sind *allgemeine* Aussagen über geforderte Eigenschaften dieses Systems sowie über Beschränkungen, denen es aus Sicht eines Betrachters genügen muß.

Definition 2-5: Anforderung.

Anforderungen an ein (reales oder fiktives) System sind *konkrete, überprüfbare* Aussagen über geforderte qualitative und quantitative Eigenschaften dieses Systems sowie über Beschränkungen, denen es aus Sicht eines Betrachters genügen muß.

Funktionale Anforderungen beschreiben dabei die geforderten Eingaben, Funktionen und Ausgaben des Systems ("Was soll das System können?").

Nichtfunktionale Anforderungen beschreiben allgemeine Qualitätsattribute des Gesamtsystems bzw. seiner Teilfunktionen ("Wie soll das System seine Aufgaben erfüllen?").

Neben dem Begriff "Anforderung" wird auch der Begriff "Anforderungsmodell" in der Literatur verwendet (z.B. von [Bott OJ et al. 1995] für ein Sollmodell eines Pflegeinformationssystems, von [Jarke M 1998] als Synonym für Anforderungsfindung und -definition, in [Kruse C 1996] für ein prozeßorientiertes Sollmodell eines Logistiksystems). Eine Definition des Begriffs selber erfolgt jeweils nicht. Basierend auf den Definitionen für Anforderung und für Modell soll folgende Definition gelten:

Definition 2-6: Anforderungsmodell.

Ein Anforderungsmodell ist das Ergebnis einer Konstruktion eines Modellierers, der für Anforderungsmodell-Nutzer Anforderungen an ein (reales oder fiktives) System zu einer Zeit als relevant mit Hilfe einer Sprache deklariert.

Damit stellt ein Anforderungsmodell eine mögliche Sichtweise auf ein System dar, nämlich die Betrachtung der Anforderungen, welche der Modellierer als relevant erachtet. Ein häufig verwendetes Synonym für "Anforderungsmodell" ist daher auch die Bezeichnung "Sollmodell".

Die Erstellung eines Anforderungsmodells wird als Anforderungsmodellierung bezeichnet.

Definition 2-7: Anforderungsmodellierung.

Anforderungsmodellierung bedeutet die Deklaration von Anforderungen in einem Anforderungsmodell mit Hilfe einer Sprache.

2.1.3 Informationssystem, Krankenhausinformationssystem

Gegenstand dieser Arbeit sind Informationssysteme im Gesundheitswesen, insbesondere in Krankenhäusern. Daher werden die hier relevanten Begriffe im folgenden definiert.

Daten sind nach [DIN 1995] "Gebilde aus Zeichen oder kontinuierliche Funktionen, die aufgrund bekannter oder unterstellter Abmachungen Information darstellen, vorrangig zum Zweck der Verarbeitung oder als deren Ergebnis." Datenverarbeitung ist nach [Schneider H-J 1997] Erfassung, Speicherung, Transport, Transformation und Ausgabe von Daten.

Der Begriff der Information ist nicht eindeutig definiert. Nach [Haux R et al. 1998] ist Information definiert als "Kenntnis über bestimmte Sachverhalte und Vorgänge", nach [Schneider H-J 1997] als "zum Zweck der Übermittlung oder Aneignung in Form gebrachtes Wissen".

Unter Informationsverarbeitung wird nach [DIN 1995] verstanden, Information bestimmten Operationen wie Speichern, Selektieren, Kombinieren oder Transferieren zu unterwerfen.

Ein Informationssystem ist nach [Winter A et al. 1998] und [Haux R et al. 1998] wie folgt definiert:

Definition 2-8: Informationssystem.

Ein Informationssystem ist das (sozio-technische) Teilsystem eines Unternehmens, das aus den informationsverarbeitenden Aktivitäten und den an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungsträgern in ihrer informationsverarbeitenden Rolle besteht.

Diese Definition berücksichtigt, daß in einem Informationssystem sowohl konventionelle als auch rechnergestützte Werkzeuge zur Informationsverarbeitung eingesetzt werden können, was für die weitere Arbeit von Bedeutung ist.

Analog wird in [Winter A et al. 1998] ein Krankenhausinformationssystem definiert:

Definition 2-9: Krankenhausinformationssystem.

Ein Krankenhausinformationssystem ist das Teilsystem eines Krankenhauses, das aus den informationsverarbeitenden Aktivitäten und den an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungsträgern in ihrer informationsverarbeitenden Rolle besteht.

Hierbei ist das Unternehmen das Krankenhaus, die informationsverarbeitenden Aktivitäten können z.B. die Patientenaufnahme, die Diagnostik oder die Abrechnung sein. Menschliche Handlungsträger sind z.B. das Personal. Maschinelle Handlungsträger sind Werkzeuge wie z.B. Klinische Arbeitsplatzrechner oder Krankenakten. Auch hier sei betont, daß damit in dieser Arbeit der Begriff Krankenhausinformationssystem die gesamte Informationsverarbeitung unabhängig von der Art ihrer Realisierung (konventionell oder rechnergestützt) umfaßt.

2.1.4 Sub-Informationssystem, Informationssystemkomponente, Werkzeug der Informationsverarbeitung

Durch die Zerlegung eines Informationssystems in Teilsysteme erhält man Sub-Informationssysteme. Diese sind nach [Haux R et al. 1998] wie folgt definiert:

Definition 2-10: Sub-Informationssystem.

Ein Sub-Informationssystem ist ein Teilsystem eines Informationssystems, das die Verfahren, Anwendungssysteme und physischen Subsysteme eines Informationssystems umfaßt, welche zusammen einen Teilbereich des Informationssystems beschreiben.

Das Sub-Informationssystem eines Krankenaktenarchivs umfaßt z.B. die Krankenakten, das Archivpersonal, die Archivierungsvorschriften, die Regale und Hängemappen sowie das elektronische optische Archivverwaltungssystem mit Rechnern, Scannern und Druckern.

Sub-Informationssysteme können nach [Haux R et al. 1998] anhand verschiedener Aspekte aus Informationssystemen gebildet werden. So kann das Abgrenzungskriterien z.B. eine bestimmte Abteilung sein (z.B. das Abteilungsinformationssystem einer Ambulanz), oder eine bestimmte Funktionalität bildet die Grundlage (z.B. ein Pflegeinformationssystem). Durch Beschränkung der Betrachtung auf nicht-rechnergestützte Werkzeuge erhält man konventionelle Sub-Informationssysteme.

Der Begriff Sub-Informationssystem umfaßt damit einen abgegrenzten Bereich der gesamten Informationsverarbeitung.

Die einzelnen Komponenten eines Informationssystems werden nach [Haux R et al. 1998] auch als Informationssystemkomponenten bezeichnet.

Definition 2-11: Informationssystemkomponente.

Sub-Informationssysteme, Verfahren, Anwendungssysteme und physische Subsysteme werden als Informationssystemkomponenten bezeichnet.

In dieser Arbeit soll klar unterschieden werden zwischen der Informationsverarbeitung auf der einen und Werkzeugen der Informationsverarbeitung auf der anderen Seite. Der Begriff der Informationssystemkomponenten ist hier wenig hilfreich, da dieser sowohl Teilbereiche der Informationsverarbeitung (Sub-Informationssysteme) als auch Werkzeuge der Informationsverarbeitung (Anwendungssysteme, physische Subsysteme) beinhaltet.

Daher wird im folgenden der Begriff des Werkzeuges der Informationsverarbeitung definiert, in Anlehnung an die Begriffe Logische Werkzeugebene und Physische Werkzeugebene des 3LGM (vgl. [Winter A et al. 1995]).

Definition 2-12: Werkzeuge der Informationsverarbeitung.

Anwendungssysteme und physische Subsysteme werden als Werkzeuge der Informationsverarbeitung bezeichnet.

2.2 Graphentheoretische Grundlagen

Als Basis für die späteren Ausführungen werden im folgenden zentrale Begriffe der Graphentheorie vorgestellt. Grundlagen der Graphentheorie finden sich z.B. in [Schmidt G et al. 1976], [Buchauer A 1995], [Frank J 1994], [Schneider H-J 1997].

Sei

- $\underline{N} := \{N_1, N_2, \dots, N_n\}$ eine endliche Menge von Knoten;
- $\underline{E} \subseteq \underline{N} \times \underline{N}$ eine endliche Menge gerichteter Kanten, die jeweils zwei Knoten miteinander verbinden.

Definition 2-13: Gerichteter Graph.

Das Tupel $G := (\underline{N}, \underline{E})$ heißt gerichteter Graph mit der Knotenmenge \underline{N} und der Kantenmenge \underline{E} .

Im folgenden wird grundsätzlich von gerichteten Graphen ausgegangen.

Schleifenfreiheit, Orientiertheit

Wenn man ausschließt, daß eine Kante denselben Knoten als Start- und Endpunkt hat, erhält man einen schleifenfreien Graphen.

Sei

- $G := (\underline{N}, \underline{E})$ ein gerichteter Graph.

Definition 2-14: Schleifenfreiheit.

G ist schleifenfrei $:\Leftrightarrow \forall N_i \in \underline{N}: (N_i, N_i) \notin \underline{E}$.

Ein gerichteter Graph ist orientiert, wenn die Kante zwischen zwei Knoten jeweils nur in eine Richtung geht.

Sei

- $G := (\underline{N}, \underline{E})$ ein gerichteter Graph.

Definition 2-15: Orientiertheit.

G ist orientiert $:\Leftrightarrow \forall (N_i, N_j) \in \underline{E}: (N_j, N_i) \notin \underline{E}$

Vorgänger, Nachfolger

Ein Knoten kann andere Knoten als direkte Vorgänger oder direkte Nachfolger haben.

Sei

- $G := (\underline{N}, \underline{E})$ ein gerichteter Graph mit $N_i, N_j \in \underline{N}$.

Definition 2-16: Direkter Vorgänger, Menge der direkten Vorgänger.

N_i heißt direkter Vorgänger von N_j : $\Leftrightarrow (N_i, N_j) \in \underline{E}$.

Das Ergebnis der Abbildung **pred**: $\underline{N} \rightarrow \wp(\underline{N})$ mit **pred**(N_i) := $\{N_k \in \underline{N} \mid (N_k, N_i) \in \underline{E}\}$ heißt Menge der direkten Vorgänger von N_i .

Definition 2-17: Direkter Nachfolger, Menge der direkten Nachfolger.

N_j heißt direkter Nachfolger von N_i : $\Leftrightarrow (N_i, N_j) \in \underline{E}$.

Das Ergebnis der Abbildung **succ**: $\underline{N} \rightarrow \wp(\underline{N})$ mit **succ**(N_i) := $\{N_k \in \underline{N} \mid (N_i, N_k) \in \underline{E}\}$ heißt Menge der direkten Nachfolger von N_i .

In einem schleifenfreien Graphen kann nach obiger Definition ein Element weder in der Menge seiner direkten Vorgänger noch in der Menge seiner direkten Nachfolger sein.

Gerichteter Weg, ungerichteter Weg

Zwei Knoten können direkt (über eine Kante) oder indirekt (über mehrere Kanten hinweg) miteinander verbunden sein.

Sei

- $G := (\underline{N}, \underline{E})$ ein Graph;
- $W := (N_1, \dots, N_{K+1})$, $K > 1$, eine Folge von Knoten aus G .

Definition 2-18: Ungerichteter Weg (synonym: Kette).

W heißt ungerichteter Weg der Länge K : $\Leftrightarrow \forall k \in (1, \dots, K): N_k, N_{k+1}: (N_k, N_{k+1}) \in \underline{E} \vee (N_{k+1}, N_k) \in \underline{E}$

Definition 2-19: Gerichteter Weg (synonym: Pfad).

W heißt gerichteter Weg der Länge K : $\Leftrightarrow \forall k \in (1, \dots, K): (N_k, N_{k+1}) \in \underline{E}$.

Beim gerichteten Weg dürfen die Kanten nur entlang der Orientierung der Kante durchlaufen werden, beim ungerichteten Weg spielt die Orientierung der Kanten keine Rolle. Kommt kein Knoten mehrmals im Weg vor, so heißt W auch "einfacher Weg".

Sehnenfreiheit

Ein Weg heißt sehnenfrei, wenn es keine "Abkürzung" zwischen Ausgangs- und Endpunkt des Weges gibt.

Sei

- $G := (\underline{N}, \underline{E})$ ein Graph;
- $W := (N_1, \dots, N_{K+1})$, $K > 2$, ein einfacher Weg in G .

Definition 2-20: Sehnenfreiheit.

W ist sehnenfrei : $\Leftrightarrow (N_1, N_{K+1}) \notin \underline{E}$.

Kreis, Zyklus

Wenn bei einem Weg Anfangs- und Endknoten gleich sind, entsteht ein Kreis bzw. ein Zyklus.

Sei

- $G := (\underline{N}, \underline{E})$ ein Graph;
- $Q := (N_1, \dots, N_{K+1})$, $K > 1$, eine Folge von Knoten aus G .

Definition 2-21: Kreis.

Q heißt Kreis der Länge K : $\Leftrightarrow Q$ ist eine Kette und $N_1 = N_{K+1}$.

Definition 2-22: Zyklus.

Q heißt Zyklus der Länge $K : \Leftrightarrow Q$ ist ein Pfad und $N_i = N_{K+1}$.

Kreis bzw. Zyklus heißen einfach, wenn kein Knoten mehrfach vorkommt. Ein Graph ohne Zyklen wird azyklischer Graph genannt.

Teilgraph

Innerhalb eines Graphen kann man Teilgraphen definieren. Ein Teilgraph geht von einem beliebigen Knoten aus und umfaßt dann die von diesem über gerichtete Wege erreichbaren weiteren Knoten sowie die dabei benutzten Kanten.

Sei

- $G := (\underline{N}, \underline{E})$ ein gerichteter, azyklischer Graph;
- $N^* : \subseteq \underline{N}$ ein Knoten in G ;

Definition 2-23: Teilgraph.

Das Ergebnis der Abbildung $\mathbf{g}(N^*) := (\mathbf{f}(N^*) \cup N^*, \mathbf{e}(N^*))$ mit $\mathbf{f}(N^*) := \{N_i \in \underline{N} \mid \exists \text{ Pfad von } N^* \text{ nach } N_i\}$ und $\mathbf{e}(N^*) := \{(N_j, N_k) \in \underline{E} \mid N_j \in \mathbf{f}(N^*) \vee N_k \in \mathbf{f}(N^*)\}$ heißt durch N^* induzierter Teilgraph.

Zusammenhang

Ein Graph kann mehr oder weniger stark zusammenhängend sein.

Sei

- $G := (\underline{N}, \underline{E})$ ein Graph.

Definition 2-24: Zusammenhang.

G heißt zusammenhängend : $\Leftrightarrow \forall N_i, N_j \in \underline{N}$: Es gibt einen ungerichteten Weg zwischen N_i und N_j .

G heißt stark zusammenhängend : $\Leftrightarrow \forall N_i, N_j \in \underline{N}$: Es gibt einen gerichteten Weg zwischen N_i und N_j .

Topologische Ordnung

Innerhalb eines Graphen können die Indizes der Knoten Aussagen über ihre Beziehung machen.

Sei

- $G := (\underline{N}, \underline{E})$ ein gerichteter, azyklischer Graph;
- $\mathbf{ts}: \underline{N} \leftrightarrow \{1, \dots, |\underline{N}|\}$ eine bijektive Abbildung zwischen einer Menge von Knoten und einer Menge von Indizes.

Definition 2-25: Topologische Ordnung der Knoten..

\mathbf{ts} bestimmt eine topologische Ordnung der Knoten des Graphen : $\Leftrightarrow \forall (N_i, N_j) \in \underline{E}: \mathbf{ts}(N_i) < \mathbf{ts}(N_j)$.

In einer topologischen Ordnungen haben so immer die Vorgänger eines Knotens einen kleineren Index als der Knoten selbst.

2.3 Grundlagen zur Pflegedokumentation

Als Basis für die Ausführungen in Kapitel 5 werden im folgenden einige Grundlagen zur Pflegedokumentation dargestellt. Die Gliederung orientiert sich dabei an [Lagemann A 1996].

2.3.1 Grundlegende Begriffe

Nach [Seelos JH 1990] ist der Begriff Pflege wie folgt definiert:

Definition 2-26: Pflege, Grundpflege, Behandlungspflege.

Gesamtheit der pflegerischen Tätigkeiten, die der Grundpflege und der Behandlungspflege eines Patienten dienen; ferner zählen dazu alle damit arbeitsorganisatorisch untrennbar verbundenen administrativen und hauswirtschaftlichen Tätigkeiten.

Grundpflege ist dabei die Gesamtheit pflegerischer Tätigkeiten, die der Befriedigung der Grundbedürfnisse sowie der Bedürfnisse der psychischen und sozialen Betreuung eines Patienten dienen.

Behandlungspflege beschreibt die Gesamtheit pflegerischer Tätigkeiten, die der Befriedigung der Bedürfnisse nach Behandlung eines Patienten dienen.

Nach [Haubruck M 1988] ist es das Ziel der Pflege, "unter Berücksichtigung des Wirtschaftlichkeitsprinzips die aus der festgelegten Qualitätsstufe abzuleitende, individuelle Versorgung der Patienten mit pflegerischen Leistungen zu gewährleisten, um Gesundheit zu fördern, Krankheit zu verhüten, Gesundheit wiederherzustellen, Leiden zu lindern sowie würdiges Sterben zu ermöglichen."

Verantwortlich für die Durchführung der Pflege ist der Pflegedienst. Dieser ist nach [Seelos JH 1990] wie folgt definiert:

Definition 2-27: Pflegedienst.

Gesamtheit der personellen und materiellen Mittel und Maßnahmen zur Sicherstellung der pflegerischen, nichtärztlichen Betreuung von Patienten im Krankenhaus.

Die Pflege wird basierend auf dem Pflegeprozeß durchgeführt, welcher nach [Seelos JH 1990] wie folgt definiert ist:

Definition 2-28: Pflegeprozeß.

Methodisches Vorgehen zur Planung und Steuerung der pflegerischen Maßnahmen. Der Pflegeprozeß umfaßt im einzelnen sechs Verfahrensschritte: Informationssammlung, Erkennen der Probleme und Ressourcen des Patienten, Festlegung der Pflegeziele, Planung der Pflegemaßnahmen, Durchführung der Pflege und Beurteilung ihrer Wirkung auf den Patienten.

Eine genauere Beschreibung des Pflegeprozesses erfolgt in Kapitel 2.3.3.

Der Begriff Pflegedokumentation wird häufig unterschiedlich verwendet. So kann er die gesamte schriftliche Verlaufsdarstellung aller pflegerischen Maßnahmen beschreiben ([Seelos JH 1990]). Im engeren Sinne umfaßt er nur die Dokumentation des Pflegeprozesses und damit z.B. nicht die Dokumentation der ärztlichen Anordnungen oder der Vitalparameter. Im folgenden sollen daher Pflegedokumentation (in Anlehnung an [Seelos JH 1990]) und Pflegeprozeßdokumentation (in Anlehnung an [Lagemann A 1996]) unterschieden werden:

Definition 2-29: Pflegedokumentation.

Schriftliche patientenbezogene Verlaufsdarstellung aller pflegerischer Maßnahmen, Synonym: Kurve.

Definition 2-30: Pflegeprozeßdokumentation.

Schriftliche, patientenbezogene Dokumentation der sechs Schritte des Pflegeprozesses.

Die Pflegeprozeßdokumentation ist damit Teil der Pflegedokumentation

Die Werkzeuge, welche den Pflegedienst bei der Pflegedokumentation bzw. Pflegeprozeßdokumentation unterstützen (vgl. Kapitel 2.1.4), heißen entsprechend Pflegedokumentationssystem bzw. Pflegeprozeßdokumentationssystem:

Definition 2-31: Pflegedokumentationssystem.

Ein Pflegedokumentationssystem ist ein (rechnerbasiertes oder konventionelles) Werkzeug der Informationsverarbeitung, welches den Pflegedienst bei der Pflegedokumentation unterstützt.

Definition 2-32: Pflegeprozeßdokumentationssystem.

Ein Pflegeprozeßdokumentationssystem ist ein (rechnerbasiertes oder konventionelles) Werkzeug der Informationsverarbeitung, welches den Pflegedienst bei der Pflegeprozeßdokumentation unterstützt.

Die beiden Definitionen umfassen sowohl die logischen (Softwareprodukte, Organisationspläne) als auch die physischen (Rechnersysteme, Formulare, Handbücher) Werkzeuge zur Dokumentation.

Ein weiterer wichtiger Begriff ist "Pflegeteilinformationssystem", welcher aufbauend auf der Definition in Kapitel 2.1.3 definiert wird:

Definition 2-33: Pflegeteilinformationssystem.

Ein Pflegeteilinformationssystem ist das Teilsystem eines Krankenhauses, das aus den informationsverarbeitenden Aktivitäten des Pflegedienstes und den an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungssträgern in ihrer informationsverarbeitenden Rolle besteht.

Ein Pflegeteilinformationssystem ist damit ein Sub-Informationssystem eines Krankenhausinformationssystems.

2.3.2 Ziele der Pflegedokumentation

Die Ziele der Pflegedokumentation (welche die Ziele der Pflegeprozeßdokumentation umfassen), werden im folgenden, basierend auf der angegebenen Literatur sowie auf [Leiner F et al. 1995] zusammenfassend dargestellt.

Unterstützung der Patientenversorgung

- Gewährleistung einer vollständigen, lückenlosen Darstellung der pflegerischen Tätigkeiten ([John J 1993]);
- Sicherstellung der Kontinuität der Pflege durch Unterstützung der Kommunikation zwischen allen Beteiligten ([Pohl J 1996]);
- Unterstützung pflegerischer Entscheidungen durch Sammlung der pflegerelevanten Informationen zu einem Patienten ([Lagemann A 1996]);
- Vermeidung von mehrfachen Datenerhebungen durch Speicherung aller pflegerelevanten Informationen ([Lagemann A 1996]);
- Vermeidung von Widersprüchen und Fehlern in der Pflege durch Erfassung aller geplanten und durchgeführten Maßnahmen ([Hessisches Gesundheitsministerium 1997]);
- Sicherheit für den Patienten durch zentrale Sammlung aller relevanten Informationen ([Rath E et al. 1994]);
- Unterstützung der Organisation der Pflege durch Planung der durchzuführenden Maßnahmen ([Hessisches Gesundheitsministerium 1997]);
- Unterstützung der ganzheitlichen, individuellen Patientenversorgung durch Dokumentation nach dem Pflegeprozeß ([Opitz E 1993]);
- Vermeidung des Verlustes von Informationen durch schriftliche Erfassung (Erinnerungshilfe) ([Rath E et al. 1994]).

Unterstützung der Professionalisierung in der Pflege

- Stärkung des Selbstbewußtseins der Pflegekräfte durch Darstellung der erbrachten Leistungen ([Pohl J 1996]);
- Betonung der Eigenständigkeit der Pflege als eigene Berufsgruppe im therapeutischen Team ([Rath E et al. 1994]);
- Stärkung der Selbstverantwortlichkeit der Pflegekräfte durch eigenständige Planung und Durchführung der Pflege ([Lagemann A 1996]).

Unterstützung der Qualitätssicherung

- Ermöglichung der Überprüfung der Qualität der Pflege ([Lagemann A 1996]) in den drei Dimensionen Strukturqualität, Prozeßqualität und Ergebnisqualität ([Donabedian A 1980]) durch Dokumentation der pflegerischen Tätigkeiten und der Ergebnisse;
- Steigerung der Qualität der Pflege durch strukturierte und kontrollierbare Planung der Pflege ([Rath E et al. 1994]);
- Erhöhung der Qualität der Pflege durch Nutzung von allgemein gültigen Pflegestandards ([Sander U 1998]).

Unterstützung des Krankenhausmanagements²

- Schaffung einer Transparenz der erbrachten pflegerischen Tätigkeiten durch ihre vollständige Dokumentation ([Rath E et al. 1994]);
- Ermöglichung von Kosten- und Leistungsvergleichen durch Dokumentation der pflegerischen Maßnahmen und der dafür benötigten Ressourcen ([Opitz E 1993]);
- Unterstützung der Personalbedarfsplanung in der Pflege ([Hessisches Gesundheitsministerium 1997]);
- Unterstützung der Planung der Arbeitsabläufe und der Materialdisposition durch vollständige Erfassung der pflegerischen Tätigkeiten und der verwendeten Ressourcen ([Sander U 1998]).

Erfüllung rechtlicher Rahmenbedingungen

- Erfüllung der Dokumentationspflichten durch lückenlose, patientenbezogene Dokumentation der pflegerischen Maßnahmen ([Pohl J 1996]);
- Erfüllung der Pflicht zur Ausbildung von Pflegepersonal in der Pflegeprozeßdokumentation ([Lagemann A 1996]);
- Rechtliche Absicherung gegenüber Klagen durch Unterstützung einer vollständigen, patientenorientierten, nachvollziehbaren Dokumentation ([Rath E et al. 1994]).

Unterstützung von Pflegeforschung und Ausbildung

- Unterstützung der Ausbildung von Pflegepersonal durch dokumentierte Fallbeispiele ([Lagemann A 1996]);
- Unterstützung der Pflegeforschung durch systematische Sammlung von Informationen aus der Praxis ([Lagemann A 1996]);
- Ermöglichung der patientenübergreifenden Auswertung der pflegerischen Tätigkeiten ([Opitz E 1993]).

² Zu den allgemeinen Zielen einer Dokumentation gehört auch die Ermöglichung von Abrechnungen erbrachter Leistungen; da in Deutschland pflegerische Leistungen noch nicht patientenbezogen abgerechnet werden, wird darauf hier nicht näher eingegangen.

2.3.3 Der Pflegeprozeß

Die Grundlage für die Pflegeprozeßdokumentation ist der Pflegeprozeß. Der Pflegeprozeß ist ein Problemlösungsprozeß und kann als Regelkreis dargestellt werden. Üblicherweise wird der Pflegeprozeß nach [Fiechter V et al. 1993] in sechs Phasen unterteilt:

1. Informationssammlung: Erhebung von grundlegenden Informationen zum Patienten wie Stammdaten, medizinische Diagnosen, Behinderung sowie pflegerisch relevante anamnestische Daten.
2. Probleme und Ressourcen: Systematische Zusammenstellung der pflegerlevanten Probleme des Patienten sowie seiner zur Lösung dieser Probleme nutzbaren Ressourcen.
3. Pflegeziele: Festlegen der pflegerischen Ziele, aufbauend auf den erkannten Problemen und Ressourcen.
4. Pflegemaßnahmen: Planung der pflegerischen Maßnahmen, basierend auf den festgelegten Pflegezielen.
5. Pflegedurchführung: Durchführung und Dokumentation der pflegerischen Maßnahmen entsprechend der Planung.
6. Pflegeevaluation: Beurteilung der Wirkung der durchgeführten Maßnahmen auf den Patienten.

Abbildung 2-1 stellt den Pflegeprozeß als Regelkreis dar.

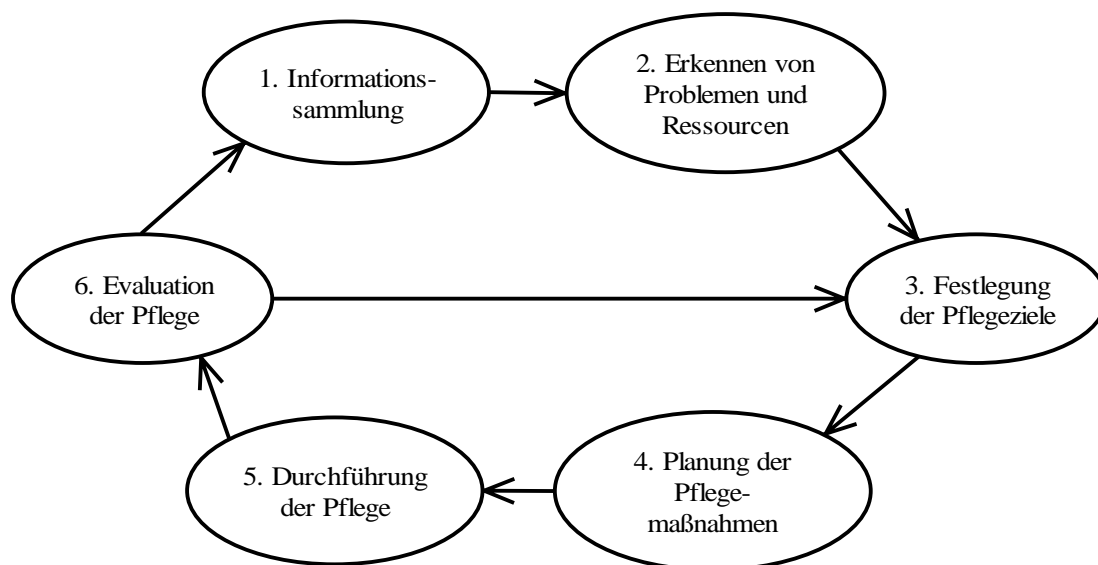


Abbildung 2-1: Der Pflegeprozeß nach [Fiechter V et al. 1993].

Die Phasen 1 - 4 werden auch zusammenfassend als "Pflegeplanung" bezeichnet. Die Dokumentation des Pflegeprozesses erfolgt in allen sechs Phasen.

2.3.4 Pflegeprozeßdokumentationssysteme

Konventionelle Systeme zur Pflegeprozeßdokumentation

Schon 1970 wurde in den USA von der American Nurses Association der Pflegeprozeß als Basis der Pflege und ihrer Dokumentation eingeführt ([Saba VK 1997]). In Deutschland ist seit 1985 die Pflege nach dem Pflegeprozeßmodell Basis für die Ausbildung in der Krankenpflege (die Ausbildungsverordnung findet sich in [Kurtenbach et al. 1987]).

Entsprechend lange basieren auch die konventionellen, formularbasierten Pflegedokumentationssysteme auf den Phasen des Pflegeprozesses. Die eingesetzten Formulare sind damit weitgehend einheitlich gestaltet. Sie bestehen üblicherweise aus folgenden Einzelformularen:

- Bogen "Informationssammlung", basierend auf einer vorgegebenen Gliederung (z.B. ATLS = Aktivitäten des täglichen Lebens);
- Bogen "Pflegeplanung" mit Spalten für Probleme, Ressourcen, Ziele und geplante Maßnahmen;
- Bogen "Pflegedurchführung" mit Spalten zur schichtweisen Abzeichnung der durchgeführten Maßnahmen.

Entsprechende Formulare werden z.B. von HINZ[®] und OPTIPLAN[®] angeboten ([Orthen A 1996]).

Rechnerbasierte Systeme zur Pflegeprozeßdokumentation

Während bereits seit längerem der "patientenferne" ([Opitz E 1993]) Bereich der pflegerischen Tätigkeiten (wie Materialanforderung, Dienstplanung, Stationsorganisation, Leistungskommunikation) durch Rechner unterstützt wurde, ist dies bisher im Bereich der Pflegeprozeßdokumentation kaum der Fall ([Hacker W et al. 1999], [Geißler B et al. 1999]). Die Gründe hierfür sind zahlreich und seien nur exemplarisch skizziert:

- Probleme bei der Umsetzung und der Akzeptanz des Pflegeprozesses ([Rath E et al. 1994]);
- Prinzipieller Widerstand gegen Computer in der Pflege ([Richter D 1997], [Schinzel B 1995]);
- Angst vor übermäßiger Kontrolle pflegerischer Tätigkeiten ([Büssing A et al. 1998]);
- Mangelnde Formalisierung der pflegerischen Sprache ([Opitz E et al. 1995], [Goossen W et al. 1996]);
- Widerspruch zwischen intuitivem beruflichen Wissen und formalisierten EDV-Inhalten ([Richter D 1997], [Büssing A et al. 1998]);
- Fehlen von übergreifenden Pflegestandards ([Opitz E et al. 1995]);
- Unzureichende Technik zur mobilen Datenerfassung ([Schrader U et al. 1995; Urban M et al. 1996]);
- Unklarer finanzieller Nutzen bei hohen Kosten ([Trill R 1999]).

Die genannten Probleme sind auch der Grund, warum kommerzielle Systeme nur zögernd entwickelt und angeboten werden, was wiederum die Evaluation solcher Anwendungssysteme im Routineeinsatz erschwert. Zu den kommerziell verfügbaren Systemen mit Schwerpunkt auf der Pflegeprozeßdokumentation gehören z.B. PIK (der Länderprojektgruppe PIK), Nancy (von Hinz), MediCare (von MICOM) und SC-XCARE (von SOFTCON).

Die bisherige geringe Verbreitung rechnergestützter Pflegeprozeßdokumentationssysteme in der Routine sollen folgende Zahlen deutlich machen:

- 1989: 1 von 330 deutschen Krankenhäusern (0,3%) setzt Anwendungssysteme zur rechnerbasierten Pflegeplanung ein ([Opitz E et al. 1995]).
- 1994: 1 von 104 (0,96%) hessischen Krankenhäusern setzt ein rechnerbasiertes Pflegedokumentationssystem im Testbetrieb ein ([Schulz B et al. 1995]), 30% der Häuser wollen sich in diesem Bereich engagieren.
- 1994: Von 150 Krankenhäusern in Baden-Württemberg setzen drei Häuser (2%) EDV zur Pflegeplanung und 9 Häuser (6%) EDV zur Pflegedokumentation ein ([Boese J et al. 1994]).
- 1995: Von 44 befragten bayrischen Krankenhäusern setzen zwei (4,5%) EDV zur Unterstützung der Pflegeplanung und drei (6,8%) zur Unterstützung der Pflegedokumentation ein. Weitere 6 planten dies ([Büssing A et al. 1996]).
- 1996: 17 von 54 deutschen Krankenhäusern geben an, EDV im Bereich "Pflegeplanung und Pflegedokumentation" einzusetzen, hiermit sind im wesentlichen die Patientendatenverwaltung sowie die PPR gemeint ist. Keines der Krankenhäuser nutzt EDV im Bereich der Pflegeanamnese und Zielfestsetzung, nur 6% im Bereich der Maßnahmenplanung. Ca.80% halten den EDV-Einsatz zur Unterstützung der Pflegeprozeßdokumentation aber für sinnvoll ([Orthen A 1996]).

Auch wenn die Angaben nicht immer eindeutig sind (häufig ist z.B. nicht genau angegeben, was die Autoren und befragten Krankenhäuser unter "Pflegedokumentation" verstehen), so zeigt sich doch generell das Bild einer geringen Nutzung rechnerbasierter Werkzeuge zur Pflegeprozeßdokumentation.

Durch zunehmende Verfügbarkeit von kommerziellen Systemen, verbesserte Technik, steigende Akzeptanz von Computern und von Pflegeprozeßdokumentation und zunehmenden Druck zur Kosten- und Leistungstransparenz sowie zur Qualitätssicherung ist mittelfristig mit einer stärkeren Verbreitung von rechnerbasierten Pflegeprozeßdokumentationssystemen zu rechnen ([John J et al. 1992], [Opitz E 1996], [Richter D 1997]). Wesentlich hierbei ist eine vorherige, detaillierte Analyse der Anforderungen aller beteiligten Personengruppen ([GMDS et al. 1996], [Sander U 1998]).

2.4 Management von Informationssystemen

Das Management von Krankenhausinformationssystemen im Krankenhaus hat nach [Winter A et al. 1998] die Aufgabe, "Krankenhausinformationssysteme zu planen, die Weiterentwicklung ihrer Architektur und ihren Betrieb zu steuern und die Einhaltung der Planvorgaben zu überwachen.". Dabei unterscheidet man eine strategische und eine taktische Managementebene.

2.4.1 Strategisches Management

Beim *strategischen Management* von Informationssystemen steht das Informationssystem als Ganzes oder in wesentlichen Teilen (Sub-Informationssystem) sowie seine grundsätzliche zukünftige Entwicklung im Vordergrund. Planung bedeutet hier die Rahmenplanung des Informationssystems (vgl. z.B. [Klinikum Leipzig 1996]), also die Vorgabe allgemeiner Leitlinien für einen bestimmten Zeitraum. Ergebnis der Rahmenplanung ist der Rahmenplan oder das Rahmenkonzept. Dieser kann z.B. die Beschreibung des Ist-Zustandes, die Beschreibung des Soll-Zustands sowie eine grobe Vorgehensweise, wie man vom Ist-Zustand zum Soll-Zustand gelangen kann, enthalten. Der Rahmenplan muß regelmäßig aktualisiert werden.

Ziel der Steuerung ist die Umsetzung der Rahmenplanung in die Realität, um zu erreichen, daß das betrachtete Informationssystem die im Rahmenkonzept vorgegebenen Aufgaben erfüllen bzw. die dort genannten Ziele erreichen kann. Diese Steuerung erfolgt in der Regel durch die Initiierung von Projekten, welche sich mit dem Aufbau oder der Weiterentwicklung einzelner Informationssystemkomponenten befassen.

Überwachung bedeutet die ständige Überprüfung, ob sich das Informationssystem wie im Rahmenplan dargelegt entwickelt und die ihm zugewiesenen Aufgaben erfüllt. Die Ergebnisse der Überwachung wirken zurück auf die Steuerung und bewirken ggf. die Initiierung neuer Projekte des taktischen Managements oder die Korrektur des Rahmenplans im strategischen Management.

Alle drei genannten Aufgabenbereiche sind ständige Aufgaben des strategischen Managements.

2.4.2 Taktisches Management

Beim *taktischen Management* von Informationssystemen stehen einzelne Informationssystemkomponenten im Vordergrund. Planung beinhaltet hier insbesondere die Vorbereitung und Planung von gezielten Projekten, wobei die Initiierung aus der Überwachungstätigkeit des strategischen Managements resultiert.

Die Steuerung erfolgt, indem diese Projekte durchgeführt werden, und damit in das Krankenhausinformationssystem steuernd eingegriffen wird. Zielsetzung dieser Projekte ist meist die Einführung neuer oder die Änderung bestehender Informationssystemkomponenten.

Die Überwachung beim taktischen Management bedeutet, daß einzelne Informationssystemkomponenten nach ihrer Einführung ständig auf ihren fehlerfreien Betrieb überprüft werden. Die Ergebnisse der Überwachung können wiederum auf das strategische Management einwirken und neue Projekte auslösen.

Diese Projekte, welche im Rahmen des taktischen Managements von Informationssystemen durchgeführt werden, haben nach [Haux R et al. 1998] folgende Phasen:

- Systemanalyse: Beschreibung und Analyse eines Sub-Informationssystems, ggf. mit Marktanalyse.
- Systembewertung: Finden von Stark- und Schwachstellen eines Sub-Informationssystems, ggf. durch Vergleich mit anderen Sub-Informationssystemen.
- Systemauswahl: Auswahl einer neuen Informationssystemkomponenten (z.B. eines Softwareproduktes).
- Systembereitstellung: Beschaffung bzw. Entwicklung und Adaptierung einer neuen Informationssystemkomponente.
- Systemeinführung: Inbetriebnahme einer neuen Informationssystemkomponenten, inklusive Schulung.

Nicht jedes Projekt muß alle Phasen durchlaufen, und die Phasen können bei Bedarf innerhalb eines Projektes auch wiederholt werden.

Der eigentliche Betrieb des Informationssystem, also die Pflege von Verfahren bzw. die Betreuung und Wartung informationsverarbeitender Werkzeuge, gehört nicht zum strategischen oder taktischen Management, sondern vielmehr zur operativen Aufgabenebene des Informationsmanagements.

2.4.3 Das Management von Informationssystemen als Regelkreis

Abbildung 2-2 stellt (modifiziert nach [Ammenwerth E 1997] und [Haux R et al. 1998]) die Aufgaben des (taktischen und strategischen) Managements von Informationssystemen als Regelkreis dar. Dabei gilt:

- *Planung*: Vorgabe eines Sollwerts - hier: Vorgabe eines Rahmenkonzeptes, oder auch andere Einflüsse wie z.B. Gesetzgebung.
- *Steuerung*: über Stellglied auf Regelgröße einwirken - hier: über Projekte auf den Betrieb des Informationssystems einwirken.
- *Überwachung*: Ist-Wert mit Fühler messen - hier: Stand der Informationsverarbeitung z.B. über regelmäßiges Berichtswesen ermitteln.

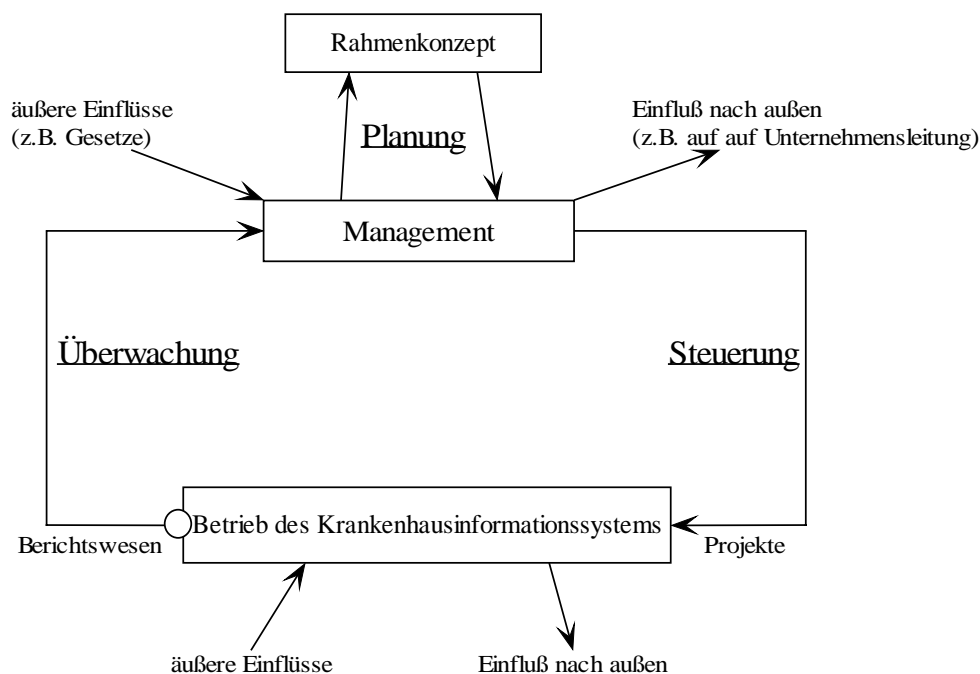


Abbildung 2-2: Das Management von Informationssystemen als Regelkreis.

2.5 Referenzmodelle für Informationssysteme

Eine "Referenz" ist nach [Schütte R 1998] eine Empfehlung, Auskunftsperson, Bezugnahme oder ein Bezugspunkt. Ein Referenzmodell ist nach [Winter A et al. 1998], [Winter A et al. 1999] ein Modell-

muster, welches bei der Erstellung konkreter Modelle unterstützen kann, indem aus ihm durch Modifikationen, Einschränkungen oder Ergänzungen konkrete Modelle abgeleitet werden können.

Sei

- \underline{S} eine Klasse von Sachverhalten,
- R ein Modell.

Definition 2-34: Referenzmodell.

R ist ein Referenzmodell für die Klasse \underline{S} $\Leftrightarrow R$ ist ein allgemeines Modell, das

- als Grundlage für die Konstruktion spezifischerer Modelle von Sachverhalten der Klasse \underline{S} oder
- als Vergleichsobjekt für Modelle von Sachverhalten der Klasse \underline{S} dienen kann.

Referenzmodelle, welche als Grundlage für eine Konstruktion dienen, werden auch *generische* Referenzmodelle genannt - das konstruierte Modell entsteht z.B. durch Spezialisierung oder Detaillierung aus dem Referenzmodell und ist damit jederzeit auf das zugrunde liegende Referenzmodell zurückführbar. *Nichtgenerische* Referenzmodelle dienen dagegen als Vorbild oder Vorlage bei der Modellierung und gehen nicht direkt in das konstruierte Modell ein (nach [Sinz EJ 1997]).

Durch allgemeine Akzeptanz können Referenzmodelle nach [Winter A et al. 1998] normativen Charakter erhalten. Ein Beispiel hierfür ist das DFG-Investitionsschema ([Haux R et al. 1997]), welches als ein einfaches Referenzmodell für die Funktionen in einem Krankenhausinformationssystem aufgefaßt werden kann.

Weitere Beispiele für Referenzmodelle sind von GMDS-Arbeitsgruppen (z.B. [GMDS et al. 1996], [GMDS 1997], [GMDS 1997]) oder anderen Personen (z.B. [Stausberg J et al. 1998], [Beß A et al. 1998], [Klinikum Leipzig 1999]) erstellte Checklisten und Anforderungskataloge für Werkzeuge der Informationsverarbeitung. Diese stellen Referenzmodelle für Pflichtenhefte bzw. für Projektpläne dar.

Die Bedeutung von Referenzmodellen liegt nach [Winter A et al. 1995] darin, daß sie das Management von Informationssystemen unterstützen können. Dabei können sie sowohl dem taktischen als auch dem strategischen Management bei Planung (z.B. Referenzmodelle für Rahmenkonzepte), Überwachung (z.B. Referenzmodelle für optimale Informationsverarbeitung) und Steuerung (Referenzmodelle für Projektpläne) helfen.

2.6 Anforderungsmodellierung im taktischen Management von Informationssystemen

Projekte des taktischen Managements betreffen Informationssystemkomponenten (vgl. Kapitel 2.1.4), also Physische Werkzeuge, Anwendungssysteme und Verfahren. Die Modellierung von Anforderungen an Informationssystemkomponenten spielt dabei in fast allen Projektphasen des taktischen Managements eine wichtige Rolle. So können Anforderungen bei der Systembewertung als Basis für die Ermittlung der Bewertungskriterien benutzt werden. Bei der Systemauswahl stellen Anforderungen die Grundlage für eine Entscheidung dar. Bei der Systembereitstellung können Anforderungen in Form eines Pflichtenhefts die Basis für eine Programmentwicklung sein.

Im folgenden Kapitel wird für die einzelnen Projektphasen eine Übersicht über die Nutzung von Anforderungen gegeben. Die Gliederung orientiert sich dabei an [Haux R et al. 1998]. Es werden Beispiele, Methoden und Probleme beschrieben. Dabei werden zuerst Anforderungen an *Werkzeuge der Informationsverarbeitung* (also Anwendungssysteme, Physische Subsysteme) im Rahmen des taktischen Managements untersucht. Diese Ausführungen stellen dann später die Basis dar, um die Anforderungsmodellierung für die *Informationsverarbeitung* in Kapitel 2.7 im Rahmen des strategischen Managements darzustellen.

2.6.1 Anwendungsgebiete

Gegliedert nach den in Kapitel 2.4.2 beschriebenen Phasen des taktischen Management werden Anwendungsgebiete für die Modellierung von Anforderungen aufgezeigt. Dabei werden auch Beispiele aus der Literatur gegeben. Es wird gezeigt, daß in vielen Phasen von Projekten des taktischen Managements die Anforderungsmodellierung eine große Rolle spielt.

2.6.1.1 Anforderungsmodellierung bei der Systemanalyse

Die Systemanalyse dient der zielgerichteten Analyse und Beschreibung eines Sub-Informationssystems. Hierbei geht es darum, Probleme der Informationsverarbeitung genauer zu beschreiben und deren Ursachen herauszuarbeiten. Ergebnis der Systemanalyse ist eine Beschreibung des Informationssystems. Ggf. kann auch eine Marktanalyse durchgeführt werden, bei der untersucht wird, welche Produkte auf dem Markt verfügbar sind.

Anforderungsmodelle werden in dieser Phase nicht verwendet. Die Analyse eines Sub-Informationssystems erfolgt zunächst problemorientiert, ohne Berücksichtigung möglicher Anforderungen an eine zukünftige Problemlösung. Auch die Marktanalyse orientiert sich zuerst an der generellen Beschreibung geeigneter Produkte am Markt, ohne eine Bewertung dieser Produkte. Die Ergebnisse der Systemanalyse sind aber Basis zur Ermittlung von Anforderungen in der Phase der Systembewertung bzw. der Systemauswahl.

2.6.1.2 Anforderungsmodellierung bei der Systembewertung

Die Systembewertung dient der Beschreibung einer Informationssystemkomponente unter Herausarbeitung seiner Stark- und Schwachstellen, aufbauend auf einer vorangegangenen Systemanalyse. Durch die Darstellung der Stark- und Schwachstellen kann eine Informationssystemkomponente mit einem Soll-Zustand oder mit anderen Informationskomponenten verglichen und so bewertet werden. Das Ergebnis dieser Bewertung kann z.B. Grundlage für Entscheidungen zur Verbesserung oder Ablösung von Informationssystemkomponenten sein.

Anforderungen spielen bei der Systembewertung eine große Rolle. Sie definieren hier gerade den Sollwert, den eine Informationssystemkomponente erreichen soll. Je konkreter Anforderungen formuliert sind, desto einfacher können Bewertungskriterien für die eigentliche Bewertung abgeleitet werden. So kann eine allgemeine Anforderung wie "Geringer Schulungsaufwand" auch konkreter formuliert werden: "Nach einer Schulung von maximal zwei Stunden beherrschen die Benutzer die Funktion A des Softwareprodukts B". Die Bewertung dieser Anforderungen könnte nun z.B. durch einen kurzen Test der Benutzer nach der Schulung erfolgen.

Zur Bewertung von Informationssystemkomponenten gibt es umfangreiche Literatur (z.B. [Anderson JG et al. 1994], [Friedman CP et al. 1997], [Grémy F et al. 1993], [van der Loo R 1995], [Talmon JL et al. 1995]). Beispiel für die Nutzung von Anforderungen im Rahmen der Systembewertung finden sich z.B. in [van Bommel J 1994] (Vorgabe von allgemeinen Anforderungen an zur Bewertung klinischer Arbeitsplatzsysteme) und [Manning J et al. 1997] (Allgemeine Struktur zur Bewertung eines rechnergestützten Pflegeinformationssystems).

2.6.1.3 Anforderungsmodellierung bei der Systemauswahl

In der Systemauswahl werden neue Werkzeuge der Informationsverarbeitung ausgewählt. Wesentliches Auswahlkriterium hierbei sind die Anforderungen, die an die neue Komponente gestellt werden. Wie bei der Systembewertung hängen auch hier die Anforderungen mit den Zielen der Informationssystemkomponente eng zusammen. Die z.B. in einem Katalog niedergelegten Anforderungen dienen dann als Basis für ein Auswahlverfahren.

Beispiele für Anforderungsmodellierung bei der Systemauswahl finden sich z.B. in [Einbinder L et al. 1996] (Auswahl eines klinischen Arbeitsplatzsystems, basierend auf funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen, welche zu Handlungsszenarien verknüpft sind), [Pitt M et al. 1995] (Vorstellung eines Werkzeugs zur Anwendung gewichteter, hierarchischer Anforderungen zur Auswahl von Arztcomputersystemen) und in [Abendroth T 1992] (Auswahl eines Klinischen Arbeitsplatzsystems,

basierend auf Anforderungen, welche aus den Zielen Informationsverarbeitung unter breiter Beteiligung verschiedener Berufsgruppen abgeleitet wurden).

2.6.1.4 Anforderungsmodellierung bei der Systementwicklung

In [Haux R et al. 1998] wird diese Phase Systembereitstellung genannt und umfaßt entweder die Entwicklung oder die Adaptierung eines Produkts. Da Anforderungen vor allem bei der Systementwicklung eine Rolle spielen, und dieser Begriff auch geläufiger ist, wird er im folgenden verwendet.

Als Voraussetzung für eine Neuentwicklung muß eine genaue Produktspezifikation erstellt werden, welche die Anforderungen an das neue System enthält. Das resultierende Dokument wird nach [Partsch H 1991] auch Anforderungsdokument, Pflichtenheft, Lastenheft oder Produktdefinition genannt. Anforderungsmodelle unterstützen hier vor allem die Kommunikation (zwischen Benutzer, Entwickler, Experten), sie erlauben die Überprüfungen der Spezifikationen und dienen als Basis für die eigentliche Entwicklung ([Partsch H 1991]).

Ziel ist dabei nach [Partsch H 1991], eine vollständige, konsistente und eindeutige Spezifikation zu entwickeln, welche beschreibt, *was* das zu entwickelnde System tun soll. Fehler in dieser Phase sind besonders kritisch und teuer, treten aber häufig auf. Die Phase der Anforderungsspezifikation wird darum als die risikoreichste Phase in Softwareprojekten angesehen (z.B. [Keil M et al. 1998]).

Die Modellierung von Anforderungen an Softwaresysteme ist als "Requirements Engineering" aufgrund seiner Bedeutung für das Endprodukt und seinen Auswirkungen auf die weiteren Entwicklungsphasen ein wichtiger Bereich bei der Systementwicklung geworden ([Zave P 1997], [Seelos JH 1990]), mit zahlreicher eigener Literatur (z.B. [Sommerville I 1987], [Yeh R et al. 1980]).

Zahlreiche Methoden und Vorgehensweisen sind in den letzten Jahren im Bereich des "requirement engineering" entwickelt worden, um die Risiken in dieser Phase zu minimieren. Hierzu zählen Methoden der Anforderungsanalyse und -definition wie SA (Structured Analysis, [DeMarco T 1982]), RSL (Requirements Statement Language, [Bell T et al. 1977]), PSL (Problem Statement Language, [Teichrowe D et al. 1977]), SADT (Structured Analysis and Design Technique, [Ross D 1985]), OOSA (Object Oriented Software Analysis, [Shlaer S et al. 1988]), UML (Unified Modeling Language, [Wahl G 1998]), RML (Requirements Modeling Language, [Grennspar S et al. 1986]) etc., welche sich jeweils unterschiedlicher grundlegender Beschreibungsmittel (wie z.B. Zustandsübergänge, Datenflußanalysen, formale Sprachen, objektorientierte Ansätze, algebraische Beschreibungen, Petrinetze etc.) bedienen, um in einheitlicher Terminologie und auf definiertem Abstraktionsniveau die Anforderungen und deren Zusammenhänge zu beschreiben. Eine generelle Patentlösung für die Anforderungsmodellierung in der Systementwicklung gibt es nach [Partsch H 1991] jedoch nicht - es fehle eine generelle Beschreibungssprache, welche alle relevanten Aspekte und sowohl funktionale als auch nichtfunktionale Anforderungen darstellen kann.

2.6.1.5 Anforderungsmodellierung bei der Systemeinführung

Die Phase der Systemeinführung umfaßt Schulung und Testbetrieb sowie die letztendliche Abnahme des Anwendungssystems. Bei der Abnahme wird geprüft, ob das System die zentralen Anforderungen (z.B. an Funktionalität und Ausfallsicherheit) erfüllt. Hierzu werden die in früheren Phasen erstellten Anforderungsmodelle verwendet. Eigene Anforderungsmodelle spielen in dieser Phase daher kaum eine Rolle. [Haux R et al. 1998] schlagen ein Abnahmeprotokoll vor, welches u.a. die Anforderungen Funktionalität, Technik, Kommunikation und Datenschutz umfaßt, welche in früheren Phasen ermittelt wurden. Daneben gibt es Checklisten, welche die Einführung unterstützen sollen und u.a. Anforderungen an zu schaffende Rahmenbedingungen (z.B. Schulungen, Information der Mitarbeiter, Beschaffungen etc.) enthalten (z.B. [GMDS et al. 1996]).

2.6.2 Terminologie

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Begriffen für das Ergebnis der Anforderungsmodellierung für Werkzeuge der Informationsverarbeitung. So wird gesprochen von *Anforderungskatalog* ([Beß A et al. 1998], [Herrmann G et al. 1998], [Klinikum Leipzig 1999]), von *Checkliste* ([GMDS et

al. 1996], [Agnes Karll Institut für Pflegeforschung 1995], [Gierl L et al. 1999]) oder von *Pflichtenheft* ([Garschke J 1998], [Seidel C et al. 1996]). Daneben finden sich auch die Begriffe *Funktionskatalog* ([Haux R et al. 1997]) und *Kriterienkatalog* [Agnes Karll Institut für Pflegeforschung 1995].

Im englischen Sprachgebrauch wird vom "requirement model" ([Dardenne A et al. 1993]), vom "needs assessment document" ([Abendroth T 1992]) und vom "requirement engineering document" ([Bell T et al. 1977], [Yeh R et al. 1980]) gesprochen.

Diese Vielfalt der Begriffe ist begründet in der unterschiedlichen Zielsetzung bzw. den verschiedenen Anwendungsgebieten der Anforderungsmodelle. Im folgenden werden die verschiedenen Begriffe den einzelnen Phasen zugeordnet.

Anforderungskatalog

Häufigste Darstellungsweise ist die Aufstellung der Anforderungen in Form eines Katalogs, einer Liste oder Tabelle, welche dann meistens Anforderungs- oder Kriterienkatalog genannt wird. Tabelle 2-1 zeigt ein Beispiel aus [Einbinder L et al. 1996].

<i>Requirements for a clinical information system</i>
Allow user to easily retrieve an active problem list
Ability to easily retrieve the patient medication list
Allow clinician to deactivate medication at the time of review
Indicate notification status, e.g. urgent

Tabelle 2-1: Ausschnitt aus einem Anforderungskatalog (1).

Anforderungen werden zur besseren Übersicht gegliedert, z.B. nach Anforderungen bezüglich Funktion, Schnittstellen und Technik ([Beß A et al. 1998]). [IEEE 1993] schlägt eine Gliederung nach funktionalen Anforderungen, Leistungsanforderungen, Entwurfsrestriktionen, Qualitätsmerkmalen und externen Schnittstellen-Anforderungen vor. Tabelle 2-2 zeigt einen Ausschnitt aus einem Anforderungskatalog, welcher verschiedene Anforderungsarten (hier im Beispiel in drei Gruppen gegliedert) enthält ([GMDS 1997]).

<i>Anforderungen an ein Patientendatenmanagementsystem</i>	
Anforderungen an das Stationsmanagement	Grafische Belegungsübersicht, Zugangsliste, Abgangsliste, Organisationsmitteldruck, Auskunftsfunktion
Technologische Anforderungen	Client-Server-Architektur, grafische Oberfläche, Online-Hilfe, Transaktionsprotokollierung
Schnittstellen	Export- und Kommunikationsschnittstellen zu klinischen Subsystemen

Tabelle 2-2: Ausschnitt aus einem Anforderungskatalog (2).

Anforderungskataloge eignen sich durch ihre tabellarische Form besonders zur Bewertung und Auswahl von Informationssystemkomponenten. Hierzu werden häufig Hilfsmittel bereitgestellt (z.B. durch Vorgabe von Bewertungskriterien und die Möglichkeit, Gewichtungen einzutragen). Tabelle 2-3 zeigt ein auszugsweises Beispiel aus [Gierl L et al. 1999].

	<i>Funktionsumfang?</i> (0=nicht vorhanden bis 4=vorhanden und	<i>Qualität?</i> (0=unbrauchbar bis 3=sehr gut)	<i>Gewicht?</i> (0=unnötig bis 3=sehr wich-
--	---	--	--

	<i>konfigurierbar</i>		<i>tig</i>
Erstellung patientenbezogener Pflegepläne			
Patientenbezogene Zuordnung zu Pflegekategorien			
Patientenbezogene Zuordnung von Vitalwerten			
Zuordnung erbrachter pflegerischer Einzelleistungen			

Tabelle 2-3: Ausschnitt aus einem Anforderungskatalog (3).

In diesem Beispiel werden als Bewertungskriterien Umfang und Qualität der entsprechenden Funktionen vorgegeben, zusammen mit einer Möglichkeit zur Gewichtung.

Anforderungskataloge in den beschriebenen Formen sind die häufigsten Vertreter von Anforderungsmodellen im Bereich des taktischen Managements.

Checkliste

Eine Checkliste zählt systematisch bedeutsame Einzelaspekte auf ([Seelos JH 1990]). In diesem Sinne sind Anforderungskataloge immer Checklisten. Die Bezeichnung Checkliste betont damit, daß Anforderungskataloge als Prüflisten verwendet werden, daher redet man häufig bei der Systemauswahl von Checklisten (z.B. [Opitz E 1996], [Gierl L et al. 1999]).

Eine Checkliste kann aber auch als Tätigkeitskatalog ([Seelos JH 1990]) aufgefaßt werden, welche auszuführende Tätigkeiten auflistet. Häufig werden beide Auffassungen auch kombiniert. Dann ist eine Checkliste gemeint, welche aus Anforderungslisten *und* Tätigkeitslisten besteht. So enthält z.B. [GMDS et al. 1996] neben einem Anforderungskatalog für Pflegeinformationssysteme auch Handlungsanweisungen zur Vorbereitung und Durchführung der Einführung eines Anwendungssystems für die Pflege.

Funktionenkatalog

Eine Teilmenge von Anforderungskatalogen sind Funktionenkataloge. Nach [Schneider H-J 1997] lassen sich generell funktionale und nichtfunktionale Anforderungen unterscheiden (vgl. 2.1.2). Von einem Funktionenkatalog spricht man, wenn ein Anforderungskatalog sich auf die funktionalen Anforderungen beschränkt. Tabelle 2-4 zeigt einen Ausschnitt aus einem (sehr allgemeinen) Funktionenkatalog aus [Haux R et al. 1997].

<i>Funktionen für die Verwaltung</i>
Abrechnung (ambulant und stationär), Leistungsdokumentation
Finanzbuchhaltung, Anlagenbuchhaltung
Instandhaltung
Materialwirtschaft
Personalwirtschaft

Tabelle 2-4: Ausschnitt aus einem Funktionenkatalog.

Pflichtenheft

Von einem Pflichtenheft spricht man vor allem bei der Systemauswahl und Systementwicklung. Es entsteht auf Basis einer vorangegangenen Systemanalyse und Systembewertung ([Goldschmidt A 1998]). Ein Pflichtenheft sei ein "Dokument, in dem ... die Anforderungen und Leistungsziele eines zu erstellenden Programms oder Systems festgelegt sind" ([Schneider H-J 1997]), es enthalte die "Aufstellung aller Anforderungen, die an ein Produkt gestellt werden" ([Haux R et al. 1998]) bzw. "eine Zusammenfassung aller fachlichen Anforderungen, die das zu entwickelnde Produkt ... erfüllen muß" [Balzert H 1996]). "Das Pflichtenheft ... beschreibt als Sollkonzept die gewünschten quantitativen und qualitativen Eigenschaften" ([Goldschmidt A 1998]) einer (zu beschaffenden oder zu entwickelnden) Informationssystemkomponente. Im Unterschied zu Anforderungskatalogen enthält er damit nur eine Beschreibung, ohne jedoch Bewertungshilfen vorzugeben

[Partsch H 1991] gibt als Synonym für Pflichtenheft im Bereich der Systementwicklung die Bezeichnungen Anforderungsspezifikation, Lastenheft und Produktdefinition an, [Goldschmidt A 1998] außerdem die Bezeichnungen Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnis. Teilweise wird parallel auch die Bezeichnung Lastenheft verwendet, wobei Lastenheft zuerst die Anforderungen aus Sicht der Auftraggeber enthält, während Pflichtenheft dann die unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen vereinbarten Anforderungen an das zukünftige System umfaßt.

Die Gliederung von Pflichtenheften entspricht im wesentlichen der von Anforderungskatalogen. So unterscheidet man funktionale Anforderungen sowie weitere Anforderungen wie Qualitätsmerkmale und technische Anforderungen ([Schneider H-J 1997]).

Zusammenfassung

Tabelle 2-5 faßt die häufig verwendeten Bezeichnungen für Anforderungsmodelle und ihre Verwendung in den Phasen des Managements von Informationssystemen zusammen.

<i>Bezeichnung</i>	<i>Besondere Kennzeichen</i>	<i>Anwendung vor allem in</i>
Anforderungskatalog	Darstellung in gegliederter Liste Vorgabe von Hilfsmitteln zur Anwendung (Bewertungshilfen) Anforderungen an Informationssysteme und Produkte	Systembewertung, Systemauswahl
Funktionenkatalog	wie Anforderungskatalog, aber Beschränkung auf funktionale Anforderungen	Systembewertung, Systemauswahl
Pflichtenheft	wie Anforderungskatalog, aber keine Vorgabe von Hilfsmitteln zur Bewertung reine Beschreibung des Soll-Zustandes eines Produkts	Systemauswahl, Systementwicklung
Checkliste	Darstellung von Punkten in Liste Schwerpunkt liegt auf dem "Abhaken" von Punkten häufig auch Angabe von zu erfüllenden Tätigkeiten	Systemauswahl Systemeinführung

Tabelle 2-5: Terminologie bei Anforderungsmodellen des taktischen Managements.

In der englischen Literatur wird von "needs assessment" gesprochen, wenn Anforderungsmodellierung gemeint ist (z.B. [Abendroth T 1992]). Die Ermittlung von Anforderungen heißt "requirements engineering" (z.B. [Bell T et al. 1977], [Partsch H 1991]) oder "requirements specification" (z.B. [Chen T et al. 1995]). Funktionale Anforderungen werden als "functional requirements" bezeichnet (z.B. [Einbinder L et al. 1996], [Kolodner RM 1994]). Pflichtenhefte heißen "requirements document" oder "objectives" ([Schneider H-J 1997]).

Häufig enthalten Anforderungsmodelle, egal in welcher Phase sie genutzt werden, Zusatzinformationen. So finden sich bei einer Systemauswahl Informationen zu Rahmenbedingungen wie der Größe des Krankenhauses und Fragen zum Anbieter und den erwarteten Kosten. Diese gehören aber nicht zur eigentlichen Anforderungsmodellierung, sondern sollen vielmehr dem Nutzer helfen, es korrekt anzuwenden. Diese Art der Zusatzinformationen bzw. Zusatzfragen wird daher im folgenden nicht weiter berücksichtigt.

In diesem Kapitel wurden häufig verwendete Begriffe für Anforderungsmodelle vorgestellt und strukturiert. Anforderungsmodelle in Form eines Katalogs sind dabei am weitesten verbreitet, daher wurde deren Terminologie detaillierter untersucht. In der folgenden Arbeit soll generell von "Anforderungsmodellen" gesprochen werden, wobei damit die verschiedenen Erscheinungsformen wie Anforderungskataloge, Funktionenkataloge, Pflichtenhefte oder Checklisten umfaßt werden sollen.

2.6.3 Methoden

Im folgenden werden die in der Literatur verwendeten Methoden zur Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungen für Werkzeuge der Informationsverarbeitung vorgestellt.

2.6.3.1 Ermittlung von Anforderungen

Zur Ermittlung von Anforderungen werden in der Literatur verschiedene Möglichkeiten beschrieben. Selten wird eine Methode isoliert verwendet ([Greenes RA et al. 1994], [Haas P et al. 1999]). Vielmehr werden verschiedene Methoden kombiniert (z.B. die Befragung zukünftiger Benutzer zusammen mit Literaturanalysen), um ein möglichst vollständiges Bild der Anforderungen an eine Informationssystemkomponente zu bekommen.

Literaturanalyse

Die Analyse relevanter Literatur ist eine häufig angewandte Methode, Anforderungen zu ermitteln. [Greenes RA et al. 1994] beschreiben, wie anhand "repräsentativer" Veröffentlichungen, welche sich mit Anforderungen für bestimmte Informationssystemkomponenten beschäftigen, Anforderungen an Klinische Arbeitsplatzsysteme gesammelt wurden. In [Agnes Karll Institut für Pflegeforschung 1995] werden aufgrund von Veröffentlichungen und Produktinformationen von Firmen Anforderungen an ein Dienstplanungsprogramm für den Pflegebereich abgeleitet. [Boese J et al. 1994] ermittelten mit Hilfe einer Literaturanalyse Anforderungen an rechnergestützte Anwendungssysteme für die Verwaltung. [Garschke J 1998] erläutert, daß auch aktuelle Gesetze in die Anforderungsdefinition einzubeziehen sind.

Experten- und Benutzerbefragungen

Experten sollen hier allgemein als Fachleute für einen bestimmten Einsatzbereich angesehen werden. Darunter fallen nach [Bott OJ et al. 1996] auch die späteren Benutzer des Systems. Letztlich geht es um die Nutzung der Erfahrungen von Experten. Ob sie durch Befragungen oder andere Methoden erhoben werden, soll im folgenden nicht weiter unterschieden werden.

Nach [Greenes RA et al. 1994] stellen Expertenbefragungen einen der häufigsten Ansätze dar, Anforderungen zu ermitteln. Danach arbeiten mehrere Experten zusammen, um durch Diskussion und Konsens zunehmend verfeinerte und konsolidierte Anforderungen für eine bestimmte Informationssystemkomponenten zu erarbeiten. Neben dieser Konsensus-Entwicklung beschreiben [Greenes RA et al. 1994] als weitere Methoden Experteninterviews, "Brainstorming" und "Focus groups". Eine größere

Anzahl von Experten kann über schriftliche Befragungen mit Hilfe der Delphi-Methode befragt werden, welche ein iteratives Vorgehen mit Bekanntgabe der Zwischenergebnisse vorsieht.

Als Vorteile dieser Vorgehensweise nennt [Abendroth T 1992] die Möglichkeit, Benutzer frühzeitig einzubeziehen und ihnen das Gefühl der Mitverantwortung zu geben, sowie die Benutzer sich ihrer Informationsbedürfnisse klar werden zu lassen. Außerdem sei diese Methode bei knappen Ressourcen in der zentralen Projektgruppe gut geeignet. Dagegen sehen [Beuscart-Zephir M-C et al. 1996] die Gefahr von Benutzerbefragungen darin, daß die dadurch ermittelten Anforderungen unvollständig sein können. [Bott OJ et al. 1995] halten die intensive Benutzerbeteiligung für eine wesentliche Voraussetzung für eine Anforderungsspezifikation. [Nowlan WA 1994] weist darauf hin, daß so aber "endlose" Listen von Anforderungen entstehen, welche kaum alle erfüllt werden können.

Beispiele für Experten- und Benutzerbefragungen finden sich in [Einbinder L et al. 1996], [Abendroth T 1992], [Agnes Karll Institut für Pflegeforschung 1995], [Chen T et al. 1995], [Geißler B et al. 1999] und [Chocholik J et al. 1999].

Ableitung aus Systemzielen

Eine zentrale Methode zur Ermittlung von Anforderungen an eine Informationssystemkomponente ist ihre Herleitung aus den Zielen der Komponente (vgl. Kapitel 2.6.1). Dabei müssen nach [Haas P et al. 1999] und [Lauesen S et al. 1999] die Ziel des spezifischen Projekts, die Ziele der betroffenen Abteilung und die Ziele des gesamten Unternehmens berücksichtigt werden. Vorteile dieser Methode liegen in der möglichst vollständigen und nachvollziehbaren Herleitung der Anforderungen - unter der Voraussetzung, daß die Ziele der Informationssystemkomponente vollständig bekannt und explizit formuliert sind ([Beß A et al. 1998], [Schönthaler F et al. 1990]). Die Ermittlung der Ziele kann z.B. auch über Experten- und Benutzerbefragungen oder über Literaturanalysen (s.o.) erfolgen.

Einen zielbasierten Ansatz beschreiben z.B. [Mylopoulos J et al. 1999], in dem sowohl funktionale Anforderungen ("Goals") als auch nichtfunktionale Anforderungen ("Softgoals") über die zugrunde liegenden Ziele eines Systems abgeleitet werden. Dabei werden durch schrittweise Verfeinerung der Ausgangsziele immer feinere Teilziele abgeleitet. Diese können miteinander in Beziehung stehen (sich z.B. gegenseitig ausschließen). Am Ende muß dann entschieden werden, welche Teilziele erfüllt werden sollen, damit die Ausgangsziele erreicht werden.

Ansätze zu diesem Vorgehen finden sich z.B. in [Dardenne A et al. 1993]. Dabei werden allgemeine Systemziele immer mehr verfeinert, bis schließlich Ziele entstehen, welche mit Hilfe von Constraints operationalisiert werden können. Dadurch werden Ziele in Anforderungen überführt, welche z.B. "Agenten" und "Aktionen" enthalten. Die Darstellung der Ziele und der daraus abgeleiteten Anforderungen geschieht dabei in einer formalen Sprache.

Beispiel für die Nennung von Systemzielen im Zusammenhang mit dem Aufstellen von Anforderungen (ohne formale Ableitung) finden sich in [Abendroth T 1992] (Auswahl eines Klinischen Arbeitsplatzsystems), [GMDS et al. 1996] (Auswahl eines Pflegeinformationssystems), [Lauesen S et al. 1999] (Auswahl eines Dienstplanprogramms) und [Chocholik J et al. 1999] (Auswahl eines klinischen Arbeitsplatzsystems).

Produktanalysen

Insbesondere bei der Aufstellung von Anforderungen an rechnergestützte Informationssystemkomponenten kann die Untersuchung bereits vorhandener Anwendungssoftwareprodukte hilfreich sein. Aber auch bei konventionellen Informationssystemkomponenten kann die Betrachtung bisheriger Lösungen (z.B. Formulargestaltung bei der Pflegedokumentation) genutzt werden.

So wurden in [Agnes Karll Institut für Pflegeforschung 1995] neben Literaturanalysen und Benutzerbefragungen (s.o.) auch Produktpräsentationen als Basis für einen Anforderungskatalog für Dienstplanungsprogramme genutzt. Ähnlich wurden in [Boese J et al. 1994] Produktbeschreibungen als eine Basis für die Ermittlung von Anforderungen an rechnergestützte Anwendungssysteme für die Verwaltung verwendet.

Analysen und Modelle des Ist-Zustandes

Zur Ableitung von Anforderungen werden häufig Analysen am späteren Einsatzort der neuen Informationssystemkomponente durchgeführt. Dies können z.B. nach [Bott OJ et al. 1996] statische ("Aufbauanalyse") und dynamische ("Ablaufanalyse") Aspekte sowie die Beschreibung der Kommunikations- und Informationsstrukturen umfassen. Mit Hilfe dieser Ist-Beschreibung kann dann der Soll-Zustand sowie die Schwachstellen beschrieben und damit die Anforderungen abgeleitet werden.

Ein Beispiel hierzu findet sich in [Bott OJ et al. 1996], wobei durch detaillierte Analysen eines Pflegedokumentationssystems ein Ist-Modell und daraus abgeleitet ein Soll-Modell erstellt wurde. Je nach Detaillierungsgrad umfaßt das Soll-Modell die (eher allgemeinen) Anforderungen, oder enthält bereits eine (detailliertere) Systemspezifikation.

In [Beuscart-Zephir M-C et al. 1996], [Greenes RA et al. 1994], [Carroll J 1995] und [Stiefel R et al. 1995] wird vorgeschlagen, Benutzeraktivitäten zu modellieren, um daraus Anforderungen an entsprechende Informationssystemkomponenten abzuleiten. Als formale Methode hierfür stellen z.B. [Greenes RA et al. 1994] den Scenario-based Engineering Process (SEP) vor, und [Beuscart-Zephir M et al. 1998] das "Activity Modeling".

Neben Aktivitäten wird auch die Modellierung der Informationsbedürfnisse zukünftiger Benutzer durchgeführt, um Anforderungen zu ermitteln. So wurden in [Tang P et al. 1992] die Informationsbedürfnisse von Ärzten in einer Ambulanz untersucht, um daraus funktionale Anforderungen an ein Medizinisches Arbeitsplatzsystem abzuleiten. [Dumonat R et al. 1998] maßen Informationsbedürfnisse im Rahmen der Benutzung der Krankenakte mit dem Ziel, Anforderungen an eine elektronische Krankenakte abzuleiten.

Prototypentwicklung

Die Entwicklung von Prototypen dient dazu, Anforderungen zu ermitteln bzw. sie zu verfeinern.

Nach [Sommerville I 1987] können mit Hilfe eines Prototyps bisher gefundene Anforderungen validiert werden. Durch iteratives, zyklisches Vorgehen können so zunehmend vollständige und konsistente Anforderungen gefunden werden. Auch [Partsch H 1991] und [Beuscart-Zephir M-C et al. 1996] halten die Entwicklung von Prototypen für einen guten Ansatz, um eher vollständige und korrekte Anforderungsdefinitionen zu erhalten. [Balzert H 1996] weist darauf hin, daß durch Prototyping Anforderungen auf ihre Realisierbarkeit überprüft werden können.

Beispiele für die Nutzung von Prototypen zur Ermittlung von Anforderungen finden sich in [Verbeeck R et al. 1995] (für ein Anwendungssystem in der Neurochirurgie), in [Nowlan WA 1994] (für ein Klinisches Arbeitsplatzsystem), in [Hasselbring W et al. 1996] (für einen Kommunikationsserver) und in [Ammenwerth E et al. 1999] (Durchführung einer Simulationsstudie zur Ermittlung der Anforderungen an einen persönlichen Kleincomputer im Gesundheitswesen).

Zusammenfassung

Es wurden verschiedene Methoden zur Ermittlung von Anforderungen an Informationssystemkomponenten vorgestellt. Abbildung 2-3 stellt die Ansätze und die wichtigsten Zusammenhänge grafisch dar.

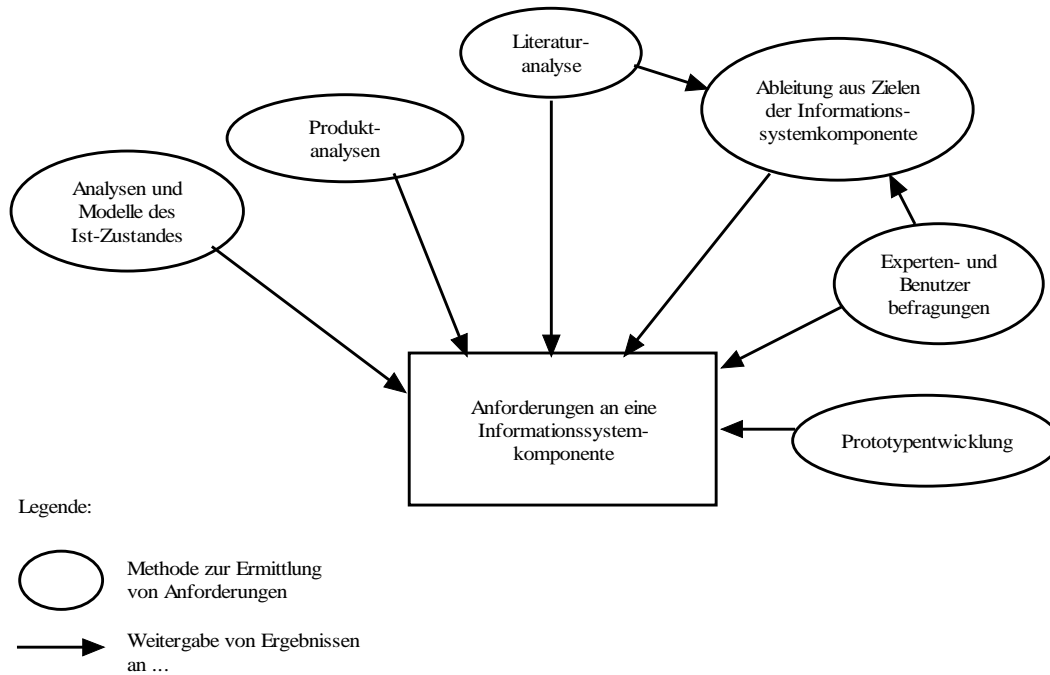


Abbildung 2-3: Zusammenhang von Methoden zur Ermittlung von Anforderungen.

Verschiedene Ermittlungsmethoden werden in verschiedenen Phasen des taktischen Managements unterschiedlich intensiv verwendet. In allen Phasen verwendete Methoden sind Experten- und Benutzerbefragungen, die Ableitung aus den Systemzielen sowie Analysen und Modell des Ist-Zustandes. Literaturanalysen und Produktanalysen werden überwiegend in der Phase der Systemauswahl verwendet, während Prototypentwicklung vor allem bei der Systementwicklung vorkommt.

2.6.3.2 Darstellung und Anwendung von Anforderungen bei Informationssystemkomponenten

In der Literatur lassen sich unterschiedliche Arten finden, um Anforderungen darzustellen und anzuwenden. Die Hauptrolle spielt die Darstellung in Form einer hierarchisch gegliederten Liste, wie schon in 2.6.2 erläutert.

[Sommerville I 1987] unterscheidet bei der Darstellung funktionaler Anforderungen generell zwischen einer Darstellung in natürlicher Sprache, in einer strukturierten Sprache und in einer formalen Spezifikationssprache. Diese Gliederung nach dem Maß an Strukturierung bzw. Formalisierung wird im folgenden als Basis verwendet, um die verschiedenen Möglichkeiten zur Darstellung und Anwendung von Anforderungen zu präsentieren.

Freitext

Anforderungen können in natürlicher Sprache dargestellt werden. In [GMDS et al. 1996] z.B. werden die Anforderungen an ein Anwendungssystem in der Pflege überwiegend in Textform, mit einigen Aufzählungen, dargestellt.

Freitext erlaubt kaum eine systematische Anwendung von Anforderungen. Dies kann aber nützlich sein als Basis für eine genauere Definition und für eine Verfeinerung und Strukturierung der Anforderungen. So listen [Greenes RA et al. 1994] aus der vorhandenen Literatur zu Klinischen Arbeitsplatzsystemen zentrale Anforderungen auf und erläutern, daß diese als Ausgangspunkt für eine vertiefende Definition der Anforderungen an entsprechende Systeme dienen sollen.

Teilstrukturierter Text

Eine mögliche erste Stufe der Strukturierung von Anforderungen wird in [Abendroth T 1992] beschrieben. Dort wurden die von verschiedenen klinischen Einrichtungen eingegangenen, häufig freitextlichen Anforderungen in einer einheitlichen Form dargestellt. Diese enthält den Namen und eine Erläuterung der Anforderung, überprüfbare Bewertungskriterien, mögliche Kompromisse bei der Erfüllung der Anforderung sowie die Priorität der Anforderung (Skala 1-4).

[Kolodner RM 1994] formuliert Anforderungen an Klinische Arbeitsplatzsysteme, gegliedert in 5 Abschnitte (Umgebung, Eingabe, Darstellung, Ausgabe, Sonstiges). Die Anforderungen selber werden als Text formuliert, ohne Nennung von Bewertungskriterien. [Seidel C et al. 1996] beschreiben ein Pflichtenheft für die Auswahl eines OP-Anwendungssystems. Die Anforderungen werden teilweise gegliedert, teilweise im Freitext beschrieben, ergänzt um Hinweise zum Hintergrund und zur Terminologie.

Kataloge und Listen

Je strukturierter die Anforderungen vorliegen, desto eher lassen sie sich bereits für Systembewertungen und Systemauswahl anwenden. Außerdem erhöht die Nutzung fester Schemata die Lesbarkeit und Vergleichbarkeit ([Balzert H 1996]). Daher werden Anforderungen häufig als Liste oder Katalog dargestellt. Der Katalog ist häufig hierarchisch mit meist 2 - 3 Ebenen untergliedert. Beispiele aus dem deutschsprachigen Raum finden sich in [Agnes Karll Institut für Pflegeforschung 1995], [Beß A et al. 1998], [Gierl L et al. 1999], [GMDS 1997], [GMDS 1997], [Herrmann G 1999], [Stausberg J 1998] (vgl. auch die Beispiele in Kapitel 2.6.2).

Generell läßt sich bei allen Unterschieden der Anforderungskataloge eine Grundstruktur der Anforderungen erkennen, welche in Tabelle 2-6 dargestellt wird.

- Oberbegriff der Anforderung: ermöglicht die Gliederung zusammenhängender Anforderungen.
- Name der Anforderungen: Kurze Benennung.
- Erläuterung: Genauere Beschreibung, was mit der Anforderung gemeint ist.
- Bewertungskriterium: Kriterium, welches die Erfüllung bzw. Nichterfüllung einer Anforderung überprüfbar macht (meist implizit im Namen bzw. der Erläuterung der Anforderung enthalten).
- Mögliche Ausprägung: Angabe der möglichen Wertebereiche des Bewertungskriteriums mit Erläuterung, wenn Ausprägungen nicht eindeutig sind (z.B. ja/nein oder 0 - 5).
- Gewünschte Ausprägung: Hier kann der Anwender des Anforderungskatalogs angeben, welche Ausprägung das Bewertungskriterium in einem bestimmten Fall haben soll. Diese Angabe macht Sinn, wenn bestimmte Mindestanforderungen gestellt werden sollen. Ansonsten bleibt dieses Feld frei.
- Gewichtung (Priorität): Hier kann der Anwender des Anforderungskatalogs angeben, wie wichtig ihm die Erfüllung der Anforderung ist. Ein einheitlicher Wertebereich sollte vorher festgelegt werden (z.B. 1 - 4).
- Tatsächliche Ausprägung: Hier kann der Anwender des Anforderungskatalogs angeben, wie die tatsächliche Ausprägung des Bewertungskriteriums ist.

Tabelle 2-6: Typische Gliederung von Anforderungen.

Bei den möglichen Ausprägungen kann man nach [Goldschmidt A 1998] Freitext, Entscheidungen (z.B. ja/nein), Zahlenwerte und sonstiges unterscheiden.

Tabelle 2-7 stellt den typischen Aufbau von Anforderungen anhand dreier unabhängiger Beispiele dar.

	<i>Beispiel 1</i>	<i>Beispiel 2</i>	<i>Beispiel 3</i>
Oberbegriff	Terminplanung	Pflegedokumentation	Schulungen
Name der Anforderung	zeitraumbezogene Auskunft geplanter Termine	Nutzung Pflegestandards möglich	Niedriger Schulungsaufwand
Erläuterung	Für beliebigen Zeitraum sollen alle geplanten Termine angezeigt werden	Pflegestandards können in die Pflegedokumentation übernommen werden	Nach 2 Stunden Schulungen sollen Benutzer das Anwendungssystem beherrschen
Bewertungskriterium	Vorhandensein	Umfang	Ergebnis im Abschlußtest
Mögliche Ausprägung	ja/nein	1 - 3 mit: 1: nur durch copy-paste 2: automatische Übernahme ausgewählter Pflegestandards 3: Übernahme auch von Teilen von Standards	0 - 100%
Gewünschte Ausprägung	ja	---	Mittelwert der Ergebnisse > 70%
Tatsächliche Ausprägung	ja	2	60%

Tabelle 2-7: Beispiele für die Gliederung von Anforderungskatalogen.

Die ersten beiden Beispiele sind funktionale Anforderungen, wobei im ersten Fall nur das Vorhandensein abgeprüft wird, im zweiten Fall die Bewertung in drei Stufen erfolgt. Das dritte Beispiel ist eine nichtfunktionale Anforderung zum Schulungsbedarf, auch hier enthält die Bewertung drei Stufen.

Tabelle 2-8 stellt einige Anforderungskataloge gegenüber und macht Angabe zu den verwendeten Bewertungskriterien, deren Ausprägungen, dem Wertebereich der Gewichtung bzw. Priorität, der Gliederung der Anforderungen, den Rahmeninformationen sowie dem Anwendungsgebiet.

<i>Literaturquelle</i>	<i>Bewertungskriterium</i>	<i>Mögliche Ausprägungen</i>	<i>Wertebereich Gewichtung</i>	<i>Gliederung der Oberbegriffe</i>	<i>Rahmeninformationen</i>	<i>Anwendungsgebiet</i>
[Agnes Karll Institut für Pflegeforschung 1995]	Realisierungsstand	vorhanden, einrichtbar, über Schnittstellen möglich, nicht möglich	0-5	Anforderungen an Software, Mitarbeiterdaten, Systemarchitektur, rechtliche Rahmenbedingungen	voraussichtliche Kosten	Systemauswahl
[Gierl L et al. 1999]	Umfang	nicht vorhanden, im nächsten Release, geplant, vorhanden, vorhanden und konfigurierbar	0-3	Allgemeine Anforderungen, funktionale Anforderungen		Systemauswahl
	Qualität	unbrauchbar, ausreichend, gut, sehr gut				

<i>Literaturquelle</i>	<i>Bewertungs-kriterium</i>	<i>Mögliche Ausprägungen</i>	<i>Werte-bereich Gewich-tung</i>	<i>Gliederung der Oberbegriffe</i>	<i>Rahmen-informa-tionen</i>	<i>Anwen-dungsgebiet</i>
[van Bommel J 1994]	Realisie-rungsstand	vorhanden und fortschrittlich; vorhanden; ge-plant; nicht vor-handen		funktionale Anfor-derungen, Archi-tekture, Benutzer-schnittstelle, Kommunikation und Integration, Daten- und Wis-sensmanagement		System-bewertung
[Balzert H 1996]			Muß, Wunsch	Funktionsumfang, Datenumfang, Leistungsumfang, Benutzeroberflä- che, Qualitäts-umfang	notwendige Entwick-lungsumge-bungen	System-entwicklung

Tabelle 2-8: Beispiel für Anforderungskataloge.

Diese Auflistung belegt, daß es in keinem der untersuchten Punkte einheitliche Ansätze zu Aufbau und Bewertung verwendet werden, und dies selbst bei Anforderungskatalogen, welche ähnliche Einsatzzwecke haben.

Semiformale und formale Notationen

Im Rahmen der Systementwicklung wurden eine Reihe von Ansätzen entwickelt, um Anforderungen an zu entwickelnde Softwareprodukte semiformal bzw. formal zu modellieren. Hierzu gehören zunächst alle formalen Metamodelle zur Beschreibung von Informationssystemen wie z.B. das 3LGM ([Winter A et al. 1995]), ARIS ([Scheer A 1998]) oder MOSAIK-M ([Bott OJ et al. 1996]). Ebenso gehören hierzu alle Ansätze basierend auf semiformalen Handlungsszenarien, welche beschreiben, welche Abläufe die betrachtete Komponente unterstützen soll ([Jarke M 1999]). Hierzu gehörten z.B. die "use cases" in [Lauesen S et al. 1999] (zur Auswahl eines Dienstplanprogramms), die Handlungsszenarien in [Einbinder L et al. 1996] (zur Auswahl eines Klinischen Arbeitsplatzes) und die ablaufbasierten Anforderungen in [Harris C et al. 1994].

Eine großer Anteil formaler Methoden kommt aus dem Bereich der Softwareentwicklung. [Partsch H 1991] beschreibt als grundlegenden Formalismen hierbei Programmablaufpläne, Datenflußpläne, Entscheidungstabellen, Grammatiken und formale Sprachen, Zustandsübergangsmechanismen, Entitäten und Beziehungen sowie Petrinetze. Nach [Melchisedech R 1998] können Anforderungen auch grafisch in Form von Skizzen, Bildschirmabzügen, Baum- und Datenflußdiagrammen dargestellt werden.

Aus diesen Basiskonstrukten leiten sich konkrete Methoden ab. So werden z.B. im SADT (Structured Analysis and Design Technique) nach [Partsch H 1991] im wesentlichen Datenflüsse formal und hierarchisch beschrieben. Auch im SA (Structured Analysis) werden Datenflüsse beschrieben. Beim PSL/PSA (Problem Statement Language, Problem Statement Analyser) stehen nach [Partsch H 1991] dagegen Objekte und deren Beziehungen im Mittelpunkt. Die Sprache RSL (Requirement Statement Language) dient nach [Bell T et al. 1977] dazu, Anforderungen an Softwaresysteme zu formalisieren und sie so automatisch überprüfbar zu machen. Die Darstellung erfolgt grafisch als Flußdiagramm und formal in einer Pseudocode-artigen Notation. [Reinhold M et al. 1997] beschreiben die Methodik OOSA von [Jacobson I et al. 1992], welche in sogenannten Use-Case-Diagrammen Beziehungen zwischen Aktoren und Geschäftsvorfällen und von letzteren ausgetauschten Nachrichten beschreiben. Gemeinsam ist diesen Methoden, daß sie für die Softwareentwicklung entwickelt wurden, sie formale Beschreibungsmittel und zugehörige Tools vorgeben, und daß sie nichtfunktionale Anforderungen nicht berücksichtigen ([Partsch H 1991]).

Auch im Bereich der Hardwareentwicklung (z.B. von digitalen Schaltungen) werden semiformale und formale Beschreibungssprachen für die Systemspezifikation eingesetzt. So beschreiben [Grass W et al. 1998] formale Semantiken (z.B. unter Verwendung temporalen Aussagenlogiken) sowie formale grafische Beschreibungssprachen (z.B. Zeitdiagramme) für Schaltungen.

2.6.4 Probleme und Lösungsansätze

Die Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungen an Werkzeuge der Informationsverarbeitung bereitet häufig Probleme. Sie werden im folgenden erläutert, Lösungsansätze werden vorgestellt. Dabei sind die Grenzen zwischen den einzelnen Problemfeldern fließend. Der folgende Versuch der Strukturierung kann damit weder abschließend noch vollständig sein. Er erlaubt aber die spätere Ableitung von Anforderungen an Anforderungsmodelle (vgl. Kapitel 3.1).

Probleme

Generell kann man Probleme bei der Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungen erkennen.

Verschiedene Ansätze zur *Ermittlung von Anforderungen* wurden in 2.6.3.1 vorgestellt. In der Praxis zeigt sich, daß die Aufstellung der Anforderungen schwierig und aufwendig ist. So berichten z.B. [Bell T et al. 1977] und [Beß A et al. 1998] vom hohen Aufwand einer Anforderungsspezifikation. [Brender J 1998] betont, daß insbesondere die zukünftigen Benutzer in die Ermittlung der Anforderungen einbezogen werden sollen, diese oftmals aber nicht in der Lage wären, ihre Vorstellungen konkret zu beschreiben. Anforderungen können auch in sich widersprüchlich sein. Dies kann z.B. daran liegen, daß zu viele Berufsgruppen mit zum Teil widersprüchlichen Anforderungen und Zielen bei der Entwicklung und Bewertung eines Informationssystems beteiligt sind (z.B. Ärzte, Pflegekräfte, Verwaltung, Informatiker) ([Friedman CP et al. 1997]).

Nach [Bott OJ et al. 1996] besteht ein Hauptproblem bei der Anforderungsspezifikation, daß Anforderungen an ein zukünftiges System zu formulieren sind. Für neuartige bzw. zukünftige Systeme sollen die Anforderungen bereits vor ihrem Einsatz aufgestellt werden, ohne daß genau klar ist, wo ihr zukünftiger Nutzen liegen könnte und welche Voraussetzungen hierfür zu erfüllen sind. Auch [Chen T et al. 1995], [Dardenne A et al. 1993] und [Balzert H 1996] weisen auf dieses Problem hin. Damit sind Anforderungen häufig unvollständig ([Balzert H 1996]).

Außerdem sind nach [Grémy F et al. 1995] Informationssystemkomponenten in Krankenhäusern keine isoliert betrachtbaren, einem einzigen Ziel folgenden Systeme - vielmehr stehen sie an der Kreuzungsstelle unterschiedlichster Aktivitäten, Interessen und Bedürfnisse. Eine isolierte Aufstellung der Anforderungen an eine Komponente ist daher schwierig. Auch [Bott OJ et al. 1996], [Brender J 1998] und [Lorenzi N et al. 1995] weisen darauf hin, daß die Spezifikation von Anforderungen und damit die Bewertung von komplexen Informationssystemkomponenten schwierig sei, da unterschiedliche komplexe Komponenten wie Benutzer, Aufgabe und Computer berücksichtigt werden müssen. Hinzu komme die Berücksichtigung von "soft human issues" ([Brender J 1998]) wie der Arbeitsorganisation, der Benutzerzufriedenheit, der Benutzbarkeit und der Ergonomie, was weit über die Auflistung funktionaler Anforderungen hinausgehe.

Daneben ist auch zu berücksichtigen, daß sich Anforderungen im Laufe der Zeit ändern können, z.B. durch technologische Weiterentwicklung ([Bott OJ et al. 1996]). Anforderungsmodelle haben damit nur eine begrenzte Gültigkeitsdauer, müssen ständig gewartet werden ([Jarke M 1998]).

Auch bei der *Darstellung von Anforderungen* treten immer wieder Probleme auf.

Häufig sind Anforderungen unklar oder mehrdeutig ([Balzert H 1996]). [Prokosch H-U et al. 1998] bemängeln, daß Anforderungskataloge unklar oder zu allgemein formulierte Anforderungen enthalten, so daß die Nutzung z.B. für eine Systemauswahl kaum sinnvoll möglich sei. Er gibt hierfür auch eine Reihe von Beispielen aus realen Anforderungskatalogen und kommt zu dem Schluß, daß die Formulierung der Anforderungen sorgfältig vorgenommen werden muß, um Unklarheiten zu verringern.

Eine Ursache für Mehrdeutiges ist nach [Melchisedech R 1998], daß häufig eine zentrale Begriffsdefinition fehlt, und es daher keine einheitliche Terminologie gibt. Eine weitere Ursache sind die ge-

nannten Probleme bei der Ermittlung der Anforderungen. Die ungelöste Komplexität und Widersprüchlichkeit der Anforderungen führt häufig zu einer mehrdeutigen Darstellung. Häufig werde dieses Problem erkannt, aber aus politischen Gründen auf eine explizite Formulierung der Systemziele und Anforderungen verzichtet ([Friedman CP et al. 1997]).

Auf der anderen Seite werden häufig Anforderungen stark formalisiert dargestellt (z.B. in Form von ER-Diagrammen). Dies führt dazu, daß ungeübte Benutzer die Anforderungen nicht verstehen ([Bott OJ et al. 1996]). Häufig nehmen Anforderungen auch Entwurfs- oder Implementierungsentscheidungen bereits vorweg. Dadurch stellen Anforderungsmodelle eine Mischung aus "Was"- und "Wie"-Beschreibungen dar. Dies bedeutet nach [Balzert H 1996] und [Partsch H 1991] eine "Überspezifikation" der Anforderungen und eine unzulässige Einschränkung des möglichen Lösungsraums.

Bei der *Anwendung von Anforderungen* treten folgende typische Probleme auf:

So sind Anforderungen, welche als Basis für eine Systementwicklung erstellt wurden, aufgrund unzureichender Anwendung formaler Methoden häufig nicht direkt in eine Systemspezifikation überführbar ([Bott OJ et al. 1996], [Greenes RA et al. 1994]). Dies führt zu Mehraufwänden bei der Umsetzung. Nach [Balzert H 1996] sind Anforderungen teilweise auch gar nicht realisierbar, z.B. da sie bestimmte technische oder organisatorische Rahmenbedingungen gar nicht berücksichtigt haben.

Bei der Aufstellung von Anforderungen an Informationssystemkomponenten spielen immer auch Rahmenbedingungen (wie Personalausstattung, -ausbildung, -motivation, Organisation, Räumliche Gegebenheiten usw.) eine Rolle. Die Nutzung anderer Anforderungsmodelle als Referenz-Anforderungsmodelle ist daher nach [Beß A et al. 1998] häufig schwierig, insbesondere wenn diese Rahmenbedingungen im Anforderungsmodell nicht explizit genannt sind. Hinzu kommen unterschiedliche Zielrichtungen und verschiedene Detaillierungsgrade ([Greenes RA et al. 1994]).

Insbesondere bei Ausschreibungen im Rahmen einer Systemauswahl kommt hinzu, daß die Anbieter nicht immer ehrlich sind in ihren Antworten und z.B. Fragen absichtlich falsch verstehen oder unklar beantworten. Häufig werden auch Module als "in Planung" beschrieben, obwohl dies nicht der Realität entspricht ([Stausberg J et al. 1998]).

Lösungsansätze

Um die genannten Probleme zu umgehen, wird generell ein systematisches Vorgehen bei der Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungen gefordert, unter Benutzung formaler Modellierungsmethoden.

Um in einem komplexen Umfeld ein klareres Bild der Anforderungen zu erhalten, fordern [Bott OJ et al. 1996] und [Brender J 1998] die intensive Partizipation der Endbenutzer. Mögliche widersprüchliche Anforderungen sollen dabei nach [Nowlan WA 1994] soweit wie möglich bei der Anforderungsmodellierung berücksichtigt werden. Dazu sollte nach [Melchisedech R 1998] bei jeder Anforderung auch der Ersteller dokumentiert werden, um ggf. Konflikte einfacher lösen zu können.

Zur Reduktion der Komplexität schlagen [Yeh R et al. 1980] die Aufteilung eines ganzen Systems in Teile sowie die schrittweise Verfeinerung der Betrachtung vor. Die Verfeinerung ist in vielen Bereichen der Informatik ein übliches Verfahren, um Komplexität zu vermindern und damit beherrschbar zu machen (z.B. bei der Programmierung und bei der Modellierung von Systemen).

Zur Vermeidung von Unklarheiten schlagen [Bott OJ et al. 1996] eine einheitliche Sprache zur Benennung von Anforderungen vor. Dies solle auch grafische Darstellungen mit für den Benutzer vertrauten Symbolen enthalten. Auch [Nowlan WA 1994] und [Greenes RA et al. 1994] weisen darauf hin, daß die Präsentation der Anforderungen so einfach und klar sein soll, daß alle Benutzergruppen es verstehen können. [Melchisedech R 1998] schlägt vor, jeweils die Anforderungen mit einer Erklärung zu versehen. [Prokosch HU et al. 1995] fordern eine klare Beschreibung der Anforderung unter Vermeidung nur intern bekannter Begriffe und unter Vermeidung von Interpretationsspielräumen.

Um Inkonsistenzen innerhalb des Anforderungsmodells sowie zwischen Benutzeranforderung und Anforderungsbeschreibung zu erkennen, fordert [Balzert H 1996] die Animation, Simulation bzw. Ausführung von Anforderungen. [Partsch H 1991] fordert die Aufstellung von formalen Regeln für

die Erfassung, Analyse und Überprüfung der Anforderungen, um Fehler und Inkonsistenzen zu vermeiden. [Balzert H 1996] fordert ein iteratives Vorgehensmodell zur Ermittlung, Beschreibung, Analyse und Verabschiedung von Anforderungen, um ein konsistentes, eindeutiges und vollständiges Anforderungsdokument zu erhalten.

[Hasselbring W et al. 1996] und [Melchisedech R 1998] fordern, daß Anforderungen in einer formalen Sprache beschrieben werden sollen. Die Verwendung formaler Methoden erzwingt präzise Formulierungen und ermöglicht eindeutige und widerspruchsfreie Anforderungen. Nach [Partsch H 1991] soll mit Hilfe der formalen Beschreibung die Anforderungsmodellierung auf Vollständigkeit überprüfbar sein. [Schönthaler F et al. 1990] schlagen zur Überprüfung der Vollständigkeit die Nutzung von Prototypen vor. Formale Spezifikationssprachen seien hierbei besonders hilfreich, da sie durch Interpreten direkt ausgeführt und so auf Vollständigkeit geprüft werden könnten. Dadurch entstehe direkt, ohne Implementierungsaufwand, ein Prototyp, welcher auch leicht an neue Erkenntnisse anpaßbar sei. Auch [Grass W et al. 1998] fordern eine automatische Verifikation von Anforderungsmodellen. Die Überprüfung der Realisierbarkeit von Anforderungen kann nach [Balzert H 1996] ebenfalls durch Prototypen erfolgen.

Die Anforderungsmodellierung soll nach [Bott OJ et al. 1996], [Sommerville I 1987] und [Partsch H 1991] durch rechnergestützte Werkzeuge zur Anforderungsmodellierung unterstützt werden, um so Aufwände zu verringern.

Zur Berücksichtigung dynamischer Änderungen der Anforderungen sollte nach [Bott OJ et al. 1996] und [Melchisedech R 1998] das Vorgehensmodell Rückkopplungen von späteren Phasen wieder zurück auf die Anforderungsspezifikation erlauben. So könnten Anforderungen an neue Gegebenheiten angepaßt werden. Nach [Bott OJ et al. 1996] unterstützen insbesondere rechnergestützter Werkzeuge die einfache Anpassung von Anforderungsmodellen an geänderte Rahmenbedingungen. Nach [Greenes RA et al. 1994] sollten die zeitlichen und sonstigen Abhängigkeiten und Einschränkungen der Anforderungen explizit genannt werden. Die Fähigkeit, die Änderungen von Anforderungen über die gesamte Lebenszeit eines Produkts zu beschreiben und zu verfolgen, wird "requirements traceability" genannt ([Jarke M 1998]).

Die Anpassung eines Anforderungskatalogs an unterschiedliche Gegebenheiten bzw. Anwender kann nach [Beß A et al. 1998] z.B. über unterschiedliche Prioritätssetzung (Gewichtung) der einzelnen Anforderungen erfolgen. [Balzert H 1996] fordert daher, daß für die Formulierung eines Anforderungsdokumentes ein "vorgegebenes, standardisiertes, grobes Gliederungsschema mit festgelegten Inhalten" verwendet wird, so daß Anforderungsdokumente gut lesbar und einfach vergleichbar werden. [Greenes RA et al. 1994] weisen darauf hin, daß Anforderungskataloge über Abstraktion und Generalisierung an ähnliche Anwendungsgebiete angepaßt werden können und damit wiederverwendbar werden.

2.6.5 Zusammenfassung

Die Darstellung der bisherigen Vorgehensweisen bei der Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungen für Werkzeuge der Informationsverarbeitung zeigt, daß in diesem Bereich eine große Vielfalt bei verwendeter Terminologie und verwendeten Methoden herrscht. Es lassen sich aber auch Gemeinsamkeiten finden. So werden Anforderungen häufig aus den Zielvorstellungen gegenüber dem untersuchten Werkzeug abgeleitet. Die Ermittlung dieser Zielvorstellungen kann dabei differieren (z.B. über Befragungen von Experten oder Benutzern, durch Beobachtungen des Ist-Zustandes mit Problemanalyse, über Betrachtung von alternativen Lösungsansätzen).

Bei der Darstellung gibt es im wesentlichen zwei konkurrierende Verfahren: Ein übersichtliche, einfach verständliche und als Checkliste einsetzbare Darstellung in Form von Katalogen, sowie eine formale Darstellung in Form von abstrakten Beschreibungssprachen oder Beschreibungsmodellen. Letztere ist vor allem im Bereich der Systementwicklung verbreitet.

Die Anforderungen an Anforderungsmodelle, welche sich aus den geschilderten Problemen und Lösungsansätzen ergeben, sind im wesentlichen die folgenden:

- Eine einheitliche und formale, gleichzeitig aber verständliche Anforderungssprache, welche die Kommunikation zwischen allen Beteiligten unterstützt, Anforderungsmodelle auf Vollständigkeit und Konsistenz überprüfbar und auf andere Bereiche übertragbar macht;
- eine systematische Vorgehensweise bei der Anforderungsmodellierung unter Verwendung geeigneter Werkzeuge, welche Rückkopplungen ermöglicht und Entscheidungen transparent und nachvollziehbar macht.

Wenn auch diese Anforderungen nicht alle genannten Probleme lösen, so scheinen sie doch eine grundlegende Voraussetzung für die erfolgreiche Aufstellung und Nutzung von Anforderungsmodellen zu sein.

Keine der in Kapitel 2.6.3 vorgestellten Methoden erfüllt aber diese Anforderungen in allen Bereichen des taktischen Managements. So gibt es z.B. hochspezifische Methoden zur Anforderungsmodellierung in der Systementwicklung. Im Bereich der Systemauswahl und Systembewertung dagegen fehlen noch entsprechende Methoden und Vorgehensweisen, die die genannten Anforderungen erfüllen. Dies zeigt sich in Publikationen zu real erstellten Anforderungsmodellen, welche immer wieder über auftretende Probleme berichten (z.B. [Hofmann K et al. 1996], [Nowlan WA 1994], [Beß A et al. 1998], [Garschke J 1998]). Ohne geeignete Methodik aber konnten bisher keine geeigneten und breit einsetzbaren Referenz-Anforderungsmodelle für das taktische Management erstellt werden.

Gleichzeitig wäre das Vorhandensein einer einheitlichen Methode zur Anforderungsmodellierung für alle Bereiche des taktischen Managements sinnvoll. Dies würde z.B. die Wiederverwendung vorhandener Anforderungsmodelle in anderen Bereichen erleichtern (z.B. die Erstellung von Anforderungsmodellen zur Systemauswahl auf Basis früherer Anforderungskatalogen zur Systembewertung). Gleichzeitig würde dadurch die bisherige Vielzahl an Methoden reduziert auf eine allgemein einsetzbare Methode. Die Methode müßte einen allgemeinen Rahmen zu Anforderungsmodellierung vorgeben und gleichzeitig spezifisch genug für die einzelnen Anwendungsgebiete sein.

Die Analyse der verfügbaren Literatur hat insgesamt keine existierende Methode erkennen lassen, die alle bisher genannten Anforderungen erfüllt.

2.7 Anforderungsmodellierung im strategischen Management von Informationssystemen

In Kapitel 2.6 wurde ein Überblick über die Modellierung von Anforderungen an Werkzeuge der Informationsverarbeitung gegeben. In diesem Kapitel werden nun Ansätze für die Anforderungsmodellierung der Informationsverarbeitung als Ganzes vorgestellt. Die Unterschiede zur Anforderungsmodellierung von Werkzeugen der Informationsverarbeitung werden erläutert.

In der Literatur wird häufig von "Krankenhausinformationssystem" bzw. "hospital information system" gesprochen, gemeint ist aber anders als in Definition 2-9 nicht die Informationsverarbeitung als Ganzes, sondern nur der rechnerunterstützte Teil eines Informationssystems bzw. sogar nur die Werkzeuge der Informationsverarbeitung, welche diese realisieren (insbesondere rechnerbasierte Anwendungssysteme, meistens Patientenmanagementsysteme) (so z.B. in [Collen MF 1970], [Dudeck J et al. 1997], [Chen T et al. 1995], [Ferrara M 1996], [Prokosch HU et al. 1995], [Sauter K 1994], [Ehlers C 1994], [Kuhn K et al. 1994], [Marquardt K et al. 1996]).

So wird in [Gräber S et al. 1994] zwar eine Übersicht der gesamten Informationsverarbeitung (mit konventionellen und rechnergestützten Verfahren) gegeben, dann aber nur Schwachstellen im Bereich der rechnerbasierten Werkzeuge (wie z.B. veraltetes Kommunikationsnetz) analysiert. Die daraus abgeleiteten Anforderungen beziehen sich dann direkt auf rechnerbasierte Werkzeuge (wie z.B. Aufbau eines Hochgeschwindigkeitsnetzes). Häufig werden technische Kriterien wie Datensicherheit, Integration, Interoperabilität, Fehlertoleranz und Benutzerfreundlichkeit betrachtet, ohne den konventionellen Bereich mit zu untersuchen.

Im folgenden wird die gesamte Informationsverarbeitung, unabhängig von den realisierenden Werkzeugen, betrachtet.

2.7.1 Anwendungsgebiete

Im Mittelpunkt des strategischen Managements steht nach Kapitel 2.4.1 das Informationssystem als Ganzes oder in wesentlichen Teilen. Das strategische Management hat die Aufgabe, Informationssysteme zu planen, zu steuern und zu überwachen. Gegliedert nach diesen drei Hauptaufgaben wird untersucht, in wieweit die Anforderungsmodellierung für Informationssysteme beim strategischen Management von Informationssystemen eine Rolle spielt.

Die bei den Werkzeugen der Informationsverarbeitung im Mittelpunkt stehende Auswahl und Entwicklung von Systemen spielt beim strategischen Management keine Rolle, da es nicht möglich ist, ein Krankenhausinformationssystem (im Sinne der Informationsverarbeitung im Krankenhaus) zu kaufen bzw. zu entwickeln. Dies ist nur bei den die Informationsverarbeitung realisierenden Werkzeugen der Fall.

Anforderungsmodellierung bei der Planung von Informationssystemen

Die strategische Rahmenplanung für ein Informationssystem enthält die Beschreibung des Ist-Zustandes und des Soll-Zustands der Informationsverarbeitung sowie allgemeine Leitlinien, wie man das Informationssystem weiterentwickeln soll, um vom Ist-Zustand zum Soll-Zustand zu gelangen (vgl. Kapitel 2.4.1).

Wie auch bei Informationssystemkomponenten spielen Anforderungen insbesondere für die Beschreibung des Soll-Zustandes eine wichtige Rolle (vgl. Kapitel 2.6.1.2). Anforderungen definieren quasi den Soll-Zustand. Daher spielt die Anforderungsmodellierung auch bei der strategischen Planung von Informationssystemen eine große Rolle. Dies sei an einigen Beispielen aufgezeigt:

Rahmenplanungen können eine Fülle von Anforderungen an die Informationsverarbeitung enthalten. Häufig sind sie global formuliert. So enthält das Rahmenkonzept des Klinikums Leipzig folgende Forderungen: "Das Klinikuminformationssystem soll eine ganzheitliche Sicht auf den Patienten und auf das Universitätsklinikum vermitteln... Trotz hochdifferenzierter Diagnostik und Therapie ... sollen die jeweils erforderlichen Informationen über einen Patienten insbesondere für den Arzt und die Pflegekraft im Gesamten zur Verfügung stehen können..." ([Klinikum Leipzig 1996]). Die globalen Anforderungen werden dann weiter detailliert, z.B. bezüglich der Verfügbarkeit von Bildern: "Eine schnelle und sichere Übermittlung aktueller Bilder zur Unterstützung der Intensivtherapie soll sichergestellt werden... Die Digitalisierung der Bilderzeugung (soll) daher vorangetrieben werden. Die Präsentation der Bilder soll an klinischen Arbeitsplatzsystemen erfolgen...". Ein weiteres Beispiel für einen Rahmenplan findet sich in [Klinikum Heidelberg 1997].

In [Haux R et al. 1997] findet sich ein sehr allgemeiner Funktionenkatalog für ein Krankenhausinformationssystem, welches als Basis für Investitionsentscheidungen dienen soll und damit auch in den Bereich der strategischen Planung der Informationsverarbeitung gehört.

Eine Auflistung der Ziele und Anforderungen an ein "medical information system" findet sich bereits in [Collen MF 1970]. Dort werden aus 8 allgemeinen Zielen (z.B. Unterstützung der Kommunikation zwischen Mitarbeitern) eine Reihe von konkreten Anforderungen an die Hardware und Software sowie an die Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit eines zu entwickelnden Systems aufgestellt, wobei auch Aspekte wie Organisation und Personalausstattung berücksichtigt werden.

[Ehlers C 1994] erläutert als zentrale funktionale Anforderungen an Krankenhausinformationssysteme die Zurverfügungstellung integrierter Informationen (insbesondere patientenbezogen) für die verschiedenen Bereiche eines Krankenhauses (ärztlich-pflegerischer Bereich, administrativer Bereich, allgemeine Versorgung und Technik).

[Cross M 1996] betont die Bedeutung von strategischen Zielsetzungen für Planung und Bewertung der Informationsverarbeitung. Die im Rahmenplan festgelegten Ziele und Aufgaben des Informationssystems könnten z.B. als Basis für die Planung von Investitionen dienen. Nur daran ließe sich auch ein Informationssystem bewerten - traditionelle Kosten-Nutzen-Abwägungen seien nicht anwendbar, da sich der Nutzen der Informationsverarbeitung nur schwer quantitativ erfassen lasse.

Anforderungsmodellierung bei der Steuerung von Informationssystemen

Die strategische Steuerung eines Informationssystems geschieht durch die Initiierung von Projekten des taktischen Managements (vgl. Kapitel 2.4.2). Die Projekte selber beziehen sich dann auf einzelne Informationssystemkomponenten (vgl. Kapitel 2.5).

Für die Initiierung von Projekte im Rahmen des strategischen Steuerung spielen Anforderungen selber damit keine Rolle. Allerdings beruht die Entscheidung über durchzuführende Projekte auf den Ergebnissen der Überwachung von Informationssystemen, bei der Anforderungen eine große Rolle spielen (siehe den folgenden Abschnitt).

Anforderungsmodellierung bei der Überwachung von Informationssystemen

Das strategische Management überwacht, ob das Informationssystem seine Vorgaben aus dem Rahmenplan einhält. Für diese Überwachung ist der Vergleich der Anforderungen an ein Informationssystem (dem Soll-Zustand) mit seinem Ist-Zustand wichtig.

Wenn die Realität der Informationsverarbeitung nicht (mehr) mit den Vorgaben im Rahmenplan übereinstimmt, wenn also die Anforderungen an das Informationssystem nicht mehr erfüllt werden (z.B. wenn trotz Vorgabe im Rahmenplan Diagnosen nicht zu einem bestimmten Termin flächendeckend nach ICD-10 verschlüsselt werden), dann ergibt sich hieraus die Motivation zu einem steuernden Eingriff, um in taktischen Projekten dann z.B. Ursachen aufzufinden und Lösungen zu erarbeiten.

Die Überwachung kann neben dem Abgleich mit den Anforderungen des Rahmenplanes auch den Vergleich mit anderen Anforderungen, welche (noch) nicht im Rahmenplan enthalten sind, beinhalten. Dies können z.B. neue gesetzliche Vorgaben oder wissenschaftliche Erkenntnisse sein. Auch hier wird der Ist-Zustand mit diesen Anforderungen verglichen, um ggf. Handlungsbedarf zu erkennen.

[Krcmar H 1997] untersucht die Informationsverarbeitung in beliebigen Unternehmen, nicht nur im Krankenhaus. Er erläutert, daß die Aufgabe des Managements von Informationssystemen darin bestünde, das "informationswirtschaftliche Gleichgewicht" im Unternehmen herzustellen, also z.B. Entscheidungsträger mit relevanter Information zu versorgen und die Dokumentation relevanter Prozesse zu unterstützen. Diese allgemeine Beschreibung von Anforderungen an die Informationsverarbeitung paßt auch sehr gut in ein Krankenhaus. Die von ihm angegebenen Kriterien könnten verwendet werden, um die Informationsverarbeitung im Krankenhaus zu überwachen.

Die Anforderungsmodellierung spielt also im strategischen Management bei der Überwachung von Informationssystemen eine zentrale Rolle.

2.7.2 Terminologie

Bisher gibt es kaum Veröffentlichungen zur Modellierung der Anforderungen an die Informationsverarbeitung im Krankenhaus, daher gibt es auch kaum Terminologie-Quellen. Die in der Literatur aufgeführten Anforderungen an die Informationsverarbeitung werden überwiegend als Freitext dargestellt, eine eigene Bezeichnung für diese Darstellungsweise gibt es nicht.

Soweit strukturierte Darstellungsweisen verwendet werden, wird bei der Planung von Informationssystemen von "Sollkonzept" ([Engelbrecht R et al. 1986]) oder "Rahmenkonzept" ([Klinikum Leipzig 1996]) gesprochen und allgemein auch von "Anforderungskatalog" ([Haux R 1996]) oder "Referenzmodell" ([Winter A 1994]).

Im weiteren wird als Oberbegriff weiterhin von Anforderungsmodellen gesprochen, da hierdurch keine Einschränkung der Form der Darstellung (z.B. als Katalog) erfolgt.

2.7.3 Methoden

2.7.3.1 Ermittlung von Anforderungen

Im wesentlichen werden die bereits in Kapitel 2.6.3 beschriebenen Ansätze zur Ermittlung von Anforderungen auch im strategischen Management von Informationssystemen eingesetzt. So werden Anforderungen basierend auf Literaturanalysen und Experten- bzw. Benutzerbefragungen ermittelt.

Ein großes Gewicht hat auch die Ableitung der Anforderungen aus Systemzielen und Modellen des Ist-Zustandes. Produkt- und Prototypenanalysen spielen im strategischen Management keine Rolle.

Beispielhaft wird in [Engelbrecht R et al. 1986] auf der Basis einer umfassenden Ist- und Schwachstellenanalyse eines Krankenhauses ein Sollkonzept erarbeitet, welches die Anforderungen an die zukünftige Informationsverarbeitung enthält. Dabei erfolgen die Analysen überwiegend basierend auf Interviews von Mitarbeitern.

In [Collen MF 1970] werden die allgemeinen Anforderungen an die Informationsverarbeitung aus den Zielen abgeleitet, ebenso wie in [Winter A 1994]. Als zentrale Ziele eines Krankenhausinformationssystems nennt [Winter A 1994] die Unterstützung einer qualitativ hochwertigen und gleichzeitig wirtschaftlichen Patientenversorgung und medizinischen Forschung. Daraus leitet er als zentrale Anforderungen ab, daß Krankenhausinformationssysteme Informationen über Patienten und seine Behandlung, Wissen über Krankheiten und Informationen über das Kosten- und Leistungsgeschehen sowie über die Qualität der Patientenversorgung korrekt, aktuell und vollständig in allen Bereichen dem berechtigten Personal zur Verfügung stellen sollen, also eine "adäquate Informationslogistik" bereitstellen haben. Dies wird im weiteren dann detailliert.

Eine Ableitung der Anforderungen aus den Zielen und aus Ist-Analysen wird ebenfalls in [Klinikum Leipzig 1996] und [Klinikum Heidelberg 1997] vorgenommen. In [Nissen H et al. 1996] werden die Anforderungen an die Informationsverarbeitung in einem mehrstufigen Vorgehen in Benutzerworkshops aufgestellt, wobei als Basis Ist- und Ziel-Analysen dienen.

2.7.3.2 Darstellung und Anwendung von Anforderungen

Wie schon in Kapitel 2.6.3.2 werden die folgenden Ausführungen nach zunehmender Formalisierung der Darstellung gegliedert.

Freitext und teilstrukturierter Text

Im folgenden werden einige typische Beispiele für die Darstellung von Anforderungen als Freitext bzw. teilstrukturierten Text gegeben.

In [DFG 1995] werden allgemeine Anforderungen an die Informationsverarbeitung als Freitext aufgelistet, z.B. "(Krankenhausinformationssysteme sollen) multimediale Daten und Informationen über Patienten rechtzeitig, umfassend und vollständig bereitstellen können", oder "(Sie sollen) Kosten- und Leistungsdaten automatisch übermitteln". Diese Auflistung soll Hinweise für die Weiterentwicklung von Informationssystemen geben.

[Winter A 1994] entwickelt allgemeine Anforderungen an die Informationsverarbeitung in einem Krankenhaus ebenfalls als Freitext, z.B. die Erfüllung von Datenschutzgesetzen und anderen gesetzlichen Regelungen, das Anbieten qualitativ hochwertiger Benutzerschnittstellen (auch bei konventionellen Werkzeugen!) sowie generell die Wirtschaftlichkeit der Informationsverarbeitung.

In [Klinikum Heidelberg 1997] und [Klinikum Leipzig 1996] werden Anforderungen an die Informationsverarbeitungen in den beiden Universitätsklinika jeweils als Freitext dargestellt, gegliedert nach den zentralen Zielen wie Verfügbarkeit von Informationen und Wissen, Leistungskommunikation, Forschung und Lehre, Wirtschaftlichkeit und Qualitätsmanagement.

Freitext findet sich ebenfalls in [Buchholz W et al. 1994], sie beschreiben die Anforderungen an die Informationsverarbeitung in Universitätskliniken (z.B. "(Informationsverarbeitung stellt) die erforderlichen Informationen aktuell und sicher zur Verfügung").

Kataloge und Listen

In [Haux R et al. 1997] findet sich ein Funktionenkatalog für ein Krankenhausinformationssystem, welcher als Basis für Investitionsplanungen dienen soll. Ähnliche Listen von informationsverarbeitenden Verfahren in einem Krankenhaus finden sich in [Winter A 1994] und [Klinikum Heidelberg 1997].

Im BMBF-Forschungsprojekt "Unterstützung des Pflegeprozesses durch IuK-Techniken" wurde ein Funktionenkatalog für die Informationsverarbeitung in der Pflege entwickelt, welcher werkzeugunabhängig die Funktionen in Form eines Kataloges auflistet ([Ammenwerth E 1999]).

Semiformale und formale Notationen

Zur Beschreibung von Anforderungen in Form von Sollmodellen können formale Metamodelle zur Beschreibung von Informationssystemen eingesetzt werden. Hierzu gehören z.B. das prozeßorientierte SOM-Modell (Semantic Object Model) (z.B. [Amberg M et al. 1996]) und das 3LGM (Three level graph based model) von [Winter A 1994].

In [Nissen H et al. 1996] werden Anforderungsmodelle zunächst über ein Meta-Metamodell ("M2-Modell") beschrieben. Das M2-Modell beschreibt die Basiskonzepte eines Informationssystems in Form von allgemeinen Objekten und deren Beziehungen (z.B. Daten sind Input für Aktivitäten). Die daraus abgeleiteten Metamodelle beschreiben dann die für den Anwendungsbereich spezifische Modellierungssprache. Daraus lassen sich konkrete Anforderungen formal beschreiben (z.B. Modelle für den Informationsaustausch zwischen Abteilungen beschreiben). Durch die Formalisierung sollen die Anforderungsmodelle verständlich und kommunizierbar sein.

Teilweise wird versucht, basierend auf den genannten Metamodellen Referenzmodelle für Anforderungen zu definieren. So stellt [Winter A 1994] eine auf Basis der 3LGM-Methodik erstellte Referenz-Verfahrensebene vor, welche die Anforderungen an ein Krankenhausinformationssystem in Form von zu realisierenden informationsverarbeitenden Verfahren und den erforderlichen Informationsaustausch zwischen ihnen darstellt. Durch Vergleich mit diesem Referenzmodell könnten Krankenhausinformationssysteme daraufhin überprüft werden, welche Referenz-Verfahren im betrachteten Informationssystem enthalten sind, und ob der Referenz-Informationsaustausch möglich ist.

Referenzmodelle der Informationsverarbeitung scheinen das Potential zu haben, die Beschreibung und Bewertung von Informationssystemen zu unterstützen. Es existieren aber weder allgemeingültige Referenzmodelle für die gesamte Informationsverarbeitung im Krankenhaus noch eine einheitliche Methodik zu ihrer Erstellung.

2.7.4 Probleme und Lösungsansätze

Aufgrund der wenigen verfügbaren Literatur über Anforderungen an die Informationsverarbeitung sind bisher wenige Arbeiten über Probleme hierbei und mögliche Lösungsansätze veröffentlicht. Generell läßt sich aus den Arbeiten, welche strukturierte Ansätze zur Anforderungsmodellierung anbieten, schließen, daß ähnliche Probleme wie bei der Anforderungsmodellierung an Werkzeuge der Informationsverarbeitung auftauchen (vgl. Kapitel 2.6.4). Dies bedeutet, daß Anforderungen an die Informationsverarbeitung aufwendig zu ermitteln sind, komplex sind, widersprüchlich, mehrdeutig und unvollständig sein können, sich ändern können und schwer auf andere Institutionen übertragbar sind.

So weist [Winter A 1994] darauf hin, daß noch nicht geprüft wurde, ob die von ihm vorgeschlagene Referenz-Verfahrensebene vollständig und widerspruchsfrei sei. Das von [Amberg M et al. 1996] entworfene Prozeßmodell der Informationsverarbeitung und Kommunikation in einem Krankenhaus wurde mittels Simulation durch ein Workflow-Management-System auf Vollständigkeit und Konsistenz geprüft. [Nissen H et al. 1996] fordern, daß widersprüchliche Anforderungen erkannt und gelöst werden müssen, damit Anforderungsmodelle vollständig und konsistent sind.

Damit soll hier nur noch eine Aussage von [Böhm M et al. 1979] angeführt werden, zitiert nach [Engelbrecht R et al. 1986], da sie die potentiellen Probleme jeder Modellierung und damit auch der Anforderungsmodellierung für Werkzeuge als auch für die Informationsverarbeitung selber gut zusammenfaßt. Danach diene jede Darstellungstechnik zu folgendem: "Präzise, korrekte, vollständige, widerspruchsfreie und knappe Beschreibung der Sachverhalte durch exakte Festlegung der Syntax und Semantik des Beschreibungsmittels und dadurch mögliche (automatische) Überprüfung auf Vollständigkeit, Konsistenz und Widerspruchsfreiheit der Darstellung."

2.7.5 Zusammenfassung

Die Übersicht über bisherige Arbeiten im Bereich der Anforderungen an die Informationsverarbeitung zeigt, daß bisher kaum systematische Ansätze zu deren Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungsmodellen bestehen, obwohl diese bei der Planung und Überwachung von Informationssystemen im strategischen Management eine zentrale Rolle spielen.

Die Ermittlung der Anforderungen geschieht meistens durch Ableitung aus den Systemzielen bzw. seinen aktuellen Schwachstellen. Der jeweilige Zusammenhang ist aber häufig nur implizit angegeben. Die Darstellungen der Anforderungen selber gehen meist über freitextliche Beschreibungen allgemeiner Anforderungen nicht hinaus. Die Probleme, die bei dieser Art von Beschreibung auftauchen, wie Unvollständigkeit und Widersprüchlichkeit, wurden bereits in Kapitel 2.6.4 ausführlich erläutert.

Eine Formalisierung der Anforderungen ist also, wie schon bei der Untersuchung der Werkzeuge der Informationsverarbeitung (Kapitel 2.6.5) festgestellt, sinnvoll. Erste Ansätze hierfür finden sich in den Arbeiten zu Referenzmodellen. Diese nutzen bekannte Modellierungsmethoden, um Sollmodelle aufzustellen und damit Anforderungen formaler als bisher zu definieren. Bisher ist aber aus diesen Arbeiten kein allgemeines Referenz-Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus hervorgegangen - wohl weil bisher verwendete Modellierungsmethoden ihren Schwerpunkt auf der Darstellung der informationsverarbeitenden Werkzeuge haben und daher für eine allgemeine Modellierung der Informationsverarbeitung weniger geeignet sind.

Insgesamt gibt es auch im Bereich des strategischen Managements noch keine formale Methode zur Anforderungsmodellierung mit vielfältiger Verwendbarkeit.

2.8 Zusammenfassung

Die Anforderungsmodellierung ist sowohl beim taktischen als auch beim strategischen Management von zentraler Bedeutung, da sie bei vielen Aufgaben verwendet wird. Im Rahmen des taktischen Managements gibt es bereits, insbesondere bei der Systementwicklung, zahlreiche oft formale Ansätze, die bekannten Probleme wie Unvollständigkeit und Inkonsistenz von Anforderungen anzugehen. Diese Ansätze gelten jeweils für bestimmte Einsatzbereiche und sind nicht ohne weiteres z.B. auf Anforderungen für die Informationsverarbeitung übertragbar, da sie die detaillierte Darstellung von Daten (z.B. in Form von Entity-Relationship-Diagrammen) und Datenflüssen (z.B. Petrinetze, Datenflußdiagramme) in den Vordergrund stellen.

Bei der Systembewertung und Systemauswahl im taktischen Management beschränkt man sich bisher häufig auf die kaum strukturierten Anforderungskataloge. Im strategischen Management gibt es noch weniger systematische Ansätze, Anforderungen zu modellieren. Hier findet man vor allem Anforderungen in Form von Rahmenplänen und zunehmend auch Arbeiten zu Referenzmodellen.

Generell läßt sich festhalten, daß sowohl im taktischen als auch im strategischen Management keine einheitliche Methode und Vorgehensweise existiert, die die Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungen unterstützen könnte. Dies führt dazu, daß vorhandene Modelle kaum wiederverwendbar, miteinander kombinierbar oder vergleichbar sind. Auch die Erstellung von Referenz-Anforderungsmodellen wird dadurch erschwert. Letztlich resultieren daraus hohe und sich wiederholende Aufwände bei der Anforderungsmodellierung im taktischen und strategischen Management.

Ziel der folgenden Ausführungen ist es daher, eine Methodik zu entwickeln, die eine formale und überprüfbare Beschreibungssprache sowie eine zugehörige systematische Vorgehensweise zur Anforderungsmodellierung enthält. Die Methodik sollte flexibel in allen Bereichen des Managements einsetzbar sein.

3 Ein allgemeines polyhierarchisches Anforderungsmodell

Die Ausführungen in den früheren Kapiteln haben umfassend die Ziele von Anforderungsmodellen sowohl im Rahmen des taktischen als auch des strategischen Managements von Informationssystemen aufgezeigt. Im Zentrum beim taktischen Management steht die Nutzung von Anforderungsmodellen zur Bewertung, Auswahl und Entwicklung von Werkzeugen der Informationsverarbeitung. Beim strategischen Management werden Anforderungsmodelle zur Planung und Überwachung von Informationssystemen genutzt. Anforderungsmodelle sollen dabei jeweils die Kommunikation zwischen allen beteiligten Personengruppen unterstützen und Entscheidungen transparent, nachvollziehbar und überprüfbar machen.

Im folgenden Kapitel wird ein allgemeines Modell zur Anforderungsmodellierung erarbeitet.

In Kapitel 3.1 werden Anforderungen an Anforderungsmodelle zusammenfassend dargestellt und begründet, warum die verfügbaren Ansätze aus der Literatur nicht direkt übertragbar sind.

Anschließend wird in Kapitel 3.2 der Ansatz einer auf Zielen basierenden Anforderungsmodellierung dargestellt.

In Kapitel 3.3 werden Ziele und Anforderungen näher betrachtet. Sie werden voneinander abgegrenzt und definiert. Die Beziehungen zwischen Anforderungen bzw. zwischen Zielen werden formalisiert. Eine erste Definition eines allgemeinen Anforderungsmodells erfolgt.

Kapitel 3.4 stellt anschließend ein polyhierarchisches Anforderungsmodell vor, in dem Ziele und Anforderungen in einem gerichteten Graphen beschrieben werden. Es werden strukturelle und inhaltliche Gütekriterien vorgestellt.

3.1 Anforderungen an Anforderungsmodelle

Aus den Ausführungen in Kapitel 2.6 und 2.7. lassen sich die wesentlichen Anforderungen an Anforderungsmodelle ableiten:

1. Es soll eine einheitliche Modellierungssprache zur expliziten Beschreibung von Anforderungen beinhalten, so daß Modelle eindeutig interpretierbar und benutzbar werden.
2. Es soll nicht nur für Experten, sondern auch für andere Gruppen (wie Krankenhausleitung, Ärzte, Pflegekräfte) verständlich sein.
3. Es soll formal genug sein, um eine Überprüfung (z.B. auf Vollständigkeit, Eindeutigkeit, Korrektheit) zu ermöglichen.
4. Es soll in allen relevanten Bereichen beim Management von Informationssystemen einsetzbar sein, um so zu vermeiden, daß das Management mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Methoden bei der Anforderungsmodellierung umgehen muß.

Die in Kapitel 2.6.3.2 vorgestellten vielfältigen Methoden zur Anforderungsmodellierung aus der Literatur erfüllen diese Anforderungen kaum. So erlauben Metamodelle zur Beschreibung von Informationssystemen nur eine implizite Beschreibung von Anforderungen, sie sind zudem häufig zu wenig verständlich für Nichtexperten. "Verständlichere" Ansätze wie Handlungsszenarien und Use Cases dagegen sind wiederum nicht formal genug, um sie automatisch überprüfen zu können. Streng formale Ansätze wie die Methoden des "Requirements Engineering" im Bereich der Softwareentwicklung sind zum einen wieder unverständlicher, zum anderen nicht in anderen Bereichen des Managements von Informationssystemen einsetzbar, da sie z.B. nichtfunktionale Anforderungen kaum oder gar nicht berücksichtigen und sich außerdem meist auf Teilaspekte (wie Datenflüsse) konzentrieren.

Es ist daher für diese Arbeit sinnvoll, basierend auf den Ansätzen aus der Literatur, eine eigene Methode zu entwickeln, welche die verschiedenen Anforderungen erfüllt.

Als Basis hierzu sollen Arbeiten aus dem Bereich der "goal-oriented requirements analysis" (z.B. [Dardenne A et al. 1993], [Mylopoulos J et al. 1999], [Hammond W et al. 1997], [Antón A 1996]) dienen. Diese Ansätze verwenden die Ziele eines Systems als Ausgangsbasis für eine formale Anforderungsmodellierung. Dabei werden die Ziele schrittweise verfeinert, um die Komplexität beherrschbar zu machen. Dieses zentrale Konzept soll im folgenden beim zu entwickelnden allgemeinen Anforderungsmodell verwendet werden.

Anforderungsmodelle sind Sollmodelle, welche aus den Zielvorstellungen an das betrachtete System sowie ggf. den aktuellen Ist-Zustand abgeleitet werden. Dies macht deutlich, daß es nicht *ein* Anforderungsmodell z.B. eines Krankenhausinformationssystems geben kann - vielmehr gibt es beliebig viele, in Abhängigkeit von der Zielsetzung und dem Einsatzbereich. Damit ist der zielorientierte Ansatz auch flexibel genug für die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Anforderungsmodellen in den unterschiedlichen Bereichen des Managements von Informationssystemen.

Ein auf den Zielen basierendes Anforderungsmodell ermöglicht außerdem, die abgeleiteten Anforderungen verständlich zu präsentieren und ihre Herleitung zu begründen ([Dardenne A et al. 1993]). Daneben unterstützen diese Ansätze auch das Erkennen und Lösen von Zielkonflikten, *bevor* daraus die Anforderungen abgeleitet werden ([Mylopoulos J et al. 1999]).

3.2 Ein Rahmen für eine zielbasierte Anforderungsmodellierung

Basis für die Anforderungsmodellierung sollen damit die Ziele des betrachteten Systems sein.

Zielvorstellungen sind immer subjektiv geprägt. So hat ein Assistenzarzt offensichtlich andere Informationsbedürfnisse und damit auch andere Zielvorstellungen an ein Informationssystem als ein Verwaltungsdirektor. Damit haben verschiedene Benutzergruppen unterschiedliche, ggf. sogar widersprüchliche Zielvorstellungen.

Neben den in der Literatur so häufig betrachteten Benutzeranforderungen spielen aber auch Anforderungen, welche von anderen Gruppen als den Benutzern kommen, eine Rolle. Diese können z.B. von Gesetzgebern (Anforderungen an den Datenschutz), von Patienten (Anforderungen an Korrektheit ihrer Daten) oder von der Krankenhausleitung (Anforderungen an die Transparenz der Kosteninformationen) kommen - alle diese Personengruppen sind häufig keine direkten Benutzer des Informationssystems, ihre Anforderungen müssen aber bei der Anforderungsmodellierung berücksichtigt werden. Daher wird im folgenden von "Interessengruppen" als Oberbegriff für Benutzer, Verantwortliche und sonstige Einflußnehmer gesprochen.

Die in [Dardenne A et al. 1993] vorgenommene Unterscheidung zwischen "PrivateGoals" (die Ziele einer bestimmten Gruppe, die möglichst erfüllt werden sollen) und den "SystemGoals" (die Ziele, die auf jeden Fall erfüllt werden sollen) wird nicht übernommen. Vielmehr wird davon ausgegangen, daß *alle* Ziele subjektiv sind, und daß es keine "universellen", allgemeingültigen Ziele gibt.

Entsprechend soll folgendes Modell als Rahmen für die weiteren Ausführungen dienen: Verschiedene Interessengruppen haben unterschiedliche, nur teilweise überlappende Zielvorstellungen für ein bestimmtes Informationssystem. Ausgehend von diesen Zielvorstellungen können Anforderungen ermittelt werden.

Ein Anforderungsmodell besteht damit aus konkreten Zielvorstellungen und den dazu gehörenden Anforderungen. Zielvorstellungen gehören notwendigerweise zum Anforderungsmodell, da nur durch sie die Anforderungen überhaupt abgeleitet und begründet werden können. Außerdem erleichtert die Kenntnis über die Zielvorstellung das Entdecken und Lösen von widersprüchlichen Anforderungen ([Dardenne A et al. 1993]). Damit wird auch die Abhängigkeit der Anforderungen von (subjektiv geprägten) Zielvorstellungen der jeweiligen Interessengruppen betont.

Abbildung 3-1 stellt den beschriebenen Zusammenhang zwischen Interessengruppen, Zielvorstellungen und Anforderungen schematisch dar. Außerdem wird unter Bezug auf Abbildung 2-2 dargestellt, wo Anforderungsmodelle beim Management von Informationssystemen verwendet werden: bei der Planung und Überwachung beim strategischen Management sowie bei der Steuerung (in Phasen entsprechender Projekte) beim taktischen Management.

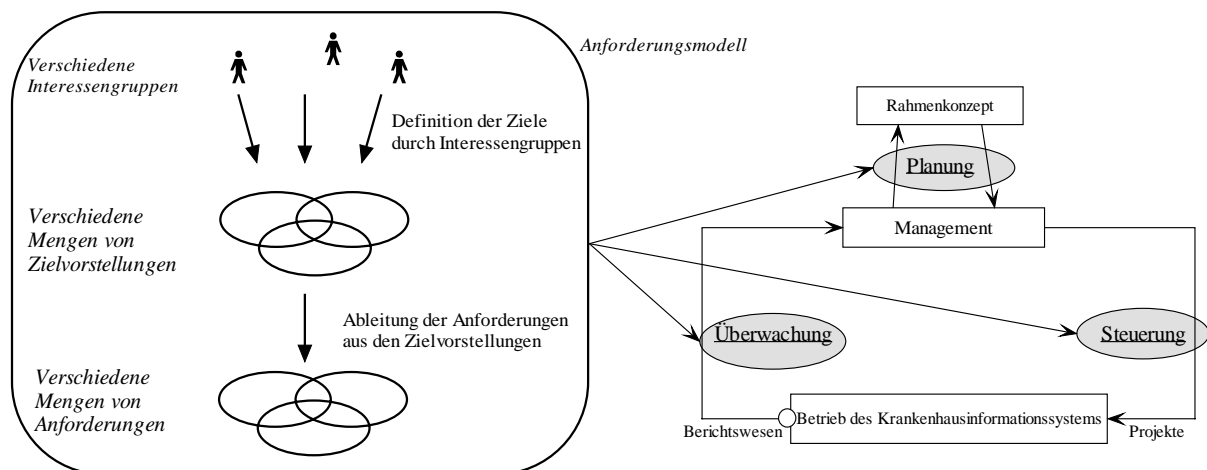


Abbildung 3-1: Anforderungsmodellierung und das Management von Informationssystemen.

Zur Beherrschung der Komplexität von Modellen werden im allgemeinen Methoden der Vergrößerung und Verfeinerung gewählt (z.B. [Buchauer A et al. 1997]). Dies bietet sich auch bei zielorientierten Modellen an, z.B. bei der schrittweisen Herleitung der Anforderungen aus den Zielen.

Die Nutzung von Anforderungen für die Auswahl und Bewertung von Informationssystemen erfordert, daß sie konkret genug formuliert sind. Außerdem sollten die verschiedenen Formen von Anforderungen (funktionale und nichtfunktionale) gleichartig beschrieben werden, damit die Methodik universell einsetzbar ist.

Eine zielbasierte Anforderungsmodellierung soll also auf folgenden zentralen Konzepten basieren:

- prinzipielle Unterscheidung von Zielen und Anforderungen;
- Ableitung von Anforderungen aus den Zielen;
- Beherrschung der Komplexität durch schrittweise Verfeinerung;
- Operationalisierung von Anforderungen durch überprüfbare Kriterien;
- Einbeziehung von funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen.

Damit können auch die in Kapitel 3.1 genannten Anforderungen erfüllt werden: Die Allgemeinheit und Einheitlichkeit der Darstellung wird durch die Beschränkung der Beschreibungsmittel auf Ziele und Anforderungen erreicht, wodurch das System auch im wesentlichen verständlich bleibt. Die Ableitung der Anforderungen aus den Zielen kann aber formalisiert und damit überprüfbar gemacht werden. Letztlich kann so eine relativ einfache und trotzdem aussagekräftige Modellierungssprache entworfen werden.

Bevor in Kapitel 3.4 ein allgemeines Anforderungsmodell formal vorgestellt wird, wird zunächst in Kapitel 3.3 die Darstellung von Zielen und Anforderungen auf eine formale Grundlage gestellt.

3.3 Ziele und Anforderungen

3.3.1 Abgrenzung von Zielen und Anforderungen

In Kapitel 2.1.2 wurden bereits die Begriffe "Ziel" und "Anforderung" definiert. Danach sind Ziele allgemeine Aussagen über geforderte Eigenschaften, während Anforderungen konkrete und damit überprüfbare Eigenschaften beschreiben.

Die Formulierung von Zielen kann daher allgemein gehalten werden, z.B. "Verfügbarkeit von Informationen über die Patienten" ([Klinikum Leipzig 1996]) oder "Verbesserung der Leistungsdokumentation" oder "Aufbau der elektronischen Patientenakte" ([Klinikum Heidelberg 1997]). Anforderungen dagegen müssen konkreter formuliert werden, z.B. "Befunde sollen nach der Präsentation beim Empfänger patientenbezogen rechnerunterstützt verwaltet werden" ([Klinikum Leipzig 1996]) oder "Die Leistungsanforderung soll rechnerunterstützt und patientenbezogen möglich sein" ([Klinikum Heidelberg 1997]). Die Formulierungen enthalten konkrete und damit überprüfbare Eigenschaften.

[Dardenne A et al. 1993] nennen die Verfeinerung von Zielen zu Anforderungen "Operationalisierung" der Ziele, auch hier wird also die Anwendbarkeit bzw. Überprüfbarkeit der Anforderungen gegenüber allgemeinen Zielen betont.

Aus den Anforderungen abgeleitete konkrete Handlungsanweisungen bzw. Maßnahmen ("goals" bei [Martin J 1989]) (z.B. Einrichtung eines zentralen Altarchivs, Installation eines Wissensservers) beschreiben das "Wie" und gehören damit weder zu den Zielen noch zu den Anforderungen.

Tabelle 3-1 enthält einen Vorschlag zur Formulierung von Zielen und Anforderungen. Die konsequente Anwendung der vorgeschlagenen Formulierungen unterstützt die Abgrenzung von Zielen und Anforderungen und damit die Anforderungsmodellierung und wird daher in der folgenden Arbeit angewandt.

	<i>Ziele</i>	<i>Anforderungen</i>
<i>Inhalt</i>	allgemeine Aussagen über geforderte Eigenschaften	konkrete Aussagen über geforderte Eigenschaften
<i>Typische Formulierung</i>	"Verfügbarkeit von" + Nomen "Vorhandensein von" + Nomen "Unterstützung von" + Nomen "Gewährleistung von" + Nomen "Verbesserung von" + Nomen etc.	Nomen + "soll" + Eigenschaften Nomen + "muß" + Eigenschaften
<i>Beispiel</i>	"Gewährleistung des Datenschutzes" "Verfügbarkeit von medizinischem Wissen" "Verbesserung der Leistungsdokumentation"	"Das Landesdatenschutzgesetz muß eingehalten werden" "Wissen über Krankheiten soll am klinischen Arbeitsplatz zur Verfügung stehen" "Ein medizinischer Wissensserver soll vorhanden sein" "Die Leistungsanforderung muß rechnerunterstützt und patientenbezogen möglich sein"
<i>Überprüfbarkeit</i>	nur indirekt über die (Nicht-) Erfüllung aller zugehörigen Anforderungen	ja, über reproduzierbare Ermittlung der (Nicht-)Erfüllung der zur Anforderung gehörenden Eigenschaften

Tabelle 3-1: Gegenüberstellung von Zielen und Anforderungen.

Die Tabelle kann auch in Zweifelsfällen genutzt werden, um leichter zu entscheiden, ob eine Aussage eher eine Zielformulierung oder eher die Formulierung einer Anforderung darstellt.

3.3.2 Eigenschaften von Zielen und Anforderungen

Anhand der bisherigen Ausführungen können nun die Eigenschaften von Zielen und Anforderungen festgehalten werden. Dies erfolgt zuerst einmal umgangssprachlich, die zugehörigen formalen Definitionen erfolgen in Kapitel 3.3.4.

Generell haben Ziele einen (kurzen) Namen sowie ggf. eine ausführlichere Erläuterung. Anforderungsmodelle können, wie erläutert, z.B. für Systembewertungen eingesetzt werden. Hierbei wird dann angegeben, ob ein Ziel erfüllt ist oder nicht - allgemein gesagt, wird ein Ziel "bewertet". Ziele können bei Bedarf im Rahmen eines top-down-Entwurfs in Teilziele unterteilt werden, die Bewertung eines Ziels ergibt sich dann aus den Bewertungen seiner "Teilelemente" (Einzelheiten hierzu werden später erläutert). Zusätzlich können als Basis für komplexere Bewertungen Ziele mit Gewichtungen versehen werden.

Tabelle 3-2 stellt die Eigenschaften von Zielen zusammen.

<i>Eigenschaft</i>	<i>Erläuterung</i>
Name	Eindeutige Bezeichnung
Erläuterung	Inhaltliche Beschreibung des Ziels
Gewichtung (Priorität)	Vorgegebene Gewichtung des Ziels
Bewertung	Bewertung des Ziels, ergibt sich üblicherweise aus Bewertungen seiner Teilelemente und deren Gewichtungen

Tabelle 3-2: Eigenschaften von Zielen.

Anforderungen werden dagegen genutzt, um verschiedenste Aspekte *konkret* zu überprüfen. Sie haben daher weitergehende Eigenschaften. Insbesondere sind Anforderungen, im Gegensatz zu Zielen, "operationalisierbar", das heißt, sie können konkret überprüft werden. Hierfür ist ein Bewertungskriterium anzugeben. Dieses hat eine Reihe von möglichen Ausprägungen und, bei Bedarf, eine gewünschte Ausprägung. Die Detailliertheit des Bewertungskriteriums bestimmt die Detailliertheit der Anforderung. Durch Anwendung des Bewertungskriteriums wird die tatsächliche Ausprägung der Anforderung ermittelt. Beispiele zu diesen Eigenschaften fanden sich bereits in Kapitel 2.6.3.2.

Tabelle 3-3 stellt die Eigenschaften von Anforderungen zusammen.

<i>Eigenschaft</i>	<i>Erläuterung</i>
Name	Eindeutige Bezeichnung.
Erläuterung	Inhaltliche Beschreibung der Anforderung.
Bewertungskriterium	Genaue Benennung des zu überprüfenden Kriteriums.
Mögliche Ausprägungen	Wertebereich des Bewertungskriteriums.
Gewünschte Ausprägungen	Als Basis für Bewertungen bei Bedarf vom Anwender angegeben.
Gewichtung (Priorität)	Gewichtung der Anforderung, vom Anwender vorgegeben.
Tatsächliche Ausprägung	Ergebnis der Überprüfung der Anforderung durch Anwendung des Bewertungskriteriums.

Tabelle 3-3: Eigenschaften von Anforderungen.

Die formale Definition von Zielen und Anforderungen erfolgt im Anschluß an einige Überlegungen zur Überprüfung von Anforderungen in Kapitel 3.3.4.

3.3.3 Überprüfung von Anforderungen

Wenn Anforderungsmodelle zu Bewertungszwecken eingesetzt werden sollen, muß jede Anforderung daraufhin überprüft werden, ob bzw. in welchem Maße sie erfüllt ist. Im einfachsten Falle können Anforderungen "erfüllt" oder "nicht erfüllt" sein, oft werden Anforderungen aber komplexer formuliert sein (z.B. "Umfangreiche Formatierungsmöglichkeiten sollen möglich sein") - in diesem Fall wird der Grad der Erfüllung der Anforderung untersucht, wobei "erfüllt" und "nicht erfüllt" dann nur die extremen Werte einer Skala der möglichen Ausprägungen darstellen.

Um zu einer Gesamtaussage gelangen zu können, müssen die Bewertungen der einzelnen Anforderungen miteinander verrechnet werden. Dies bedeutet, daß die tatsächliche, ggf. qualitative Ausprägung jeder Anforderung umgerechnet (normiert) wird auf eine gemeinsame Skala. Nur so können dann Anforderungen einzeln verglichen oder gewichtet zu einer Gesamtbewertung verrechnet werden.

Modell der Überprüfung von Anforderungen

Ein Modell zur Überprüfung von Anforderungen wird im folgenden vorgestellt. Dieses Modell beschreibt, wie man von der Beobachtung der Realität letztlich zu einer Gesamtbewertung aller Anforderungen gelangen kann. Das Modell enthält folgende Schritte:

1. Anhand des Bewertungskriteriums, der Realität und der möglichen Ausprägungen über eine *Bewertungsfunktion* die tatsächliche Ausprägung einer Anforderung ermittelt.
2. Die tatsächliche Ausprägung wird unter Berücksichtigung der gewünschten Ausprägungen über eine *Normierungsfunktion* auf eine einheitliche normierte Skala umgerechnet.
3. Die normierte Bewertung der Anforderung wird mit Hilfe der gegebenen Gewichtung über eine *Gewichtungsfunktion* in eine gewichtete, normierte Bewertung umgerechnet.
4. Die einzelnen gewichteten, normierten Bewertungen einer Menge von Anforderungen werden über eine *Verrechnungsfunktion* zu einer Gesamtbewertung verrechnet. Dies kann z.B. die Bewertung des Anforderungsmodells (aus der Gesamtbewertung aller Anforderungen) sein, oder die Bewertung eines Zieles (aus der Gesamtbewertung der vom Ziel abhängigen Anforderungen).

Abbildung 3-2 stellt dieses Modell in Form eines einfachen Datenflußdiagramms für den Ablauf bei der Anwendung von Anforderungsmodellen für Bewertungszwecke dar.

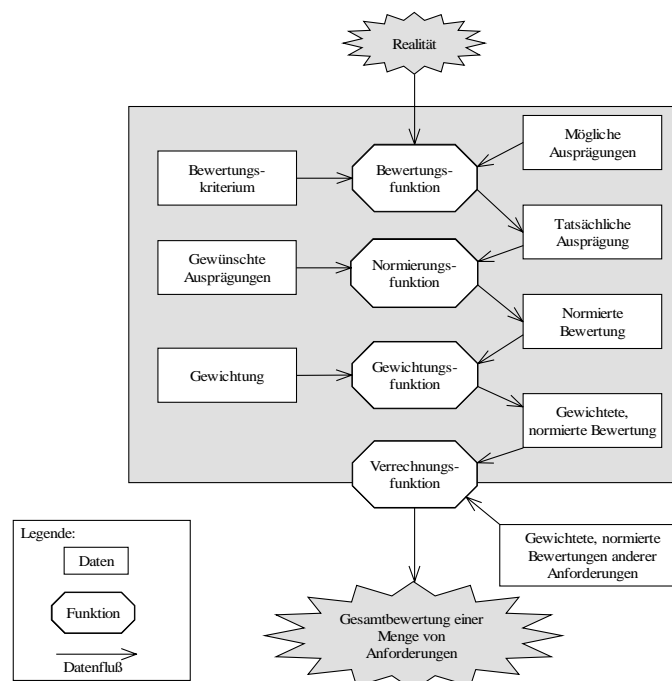


Abbildung 3-2: Ablauf bei der Überprüfung von Anforderungen.

Tabelle 3-4 stellt den Definitions- und Wertebereich von Bewertungs-, Normierungs-, Gewichtungsfunktion und Verrechnungsfunktion gegenüber.

<i>Funktion</i>	<i>Definitionsbereich</i>	<i>Wertebereich</i>
Bewertungsfunktion	beobachtete Realität	beliebige, tatsächliche Ausprägung eines Merkmals (qualitativ, z.B. ja/nein, oder quantitativ, z.B. Zeitaufwand)
Normierungsfunktion	= Wertebereich der Bewertungsfunktion	Grad der Erfüllung einer Anforderung (z.B. 1-5, oder 0-100%, oder "erfüllt", "teilw. erfüllt", "nicht erfüllt")
Gewichtungsfunktion	= Wertebereich der Normierungsfunktion	quantitative Skala (gewichteter Grad der Erfüllung einer Anforderung)
Verrechnungsfunktion	= Wertebereich der Gewichtungsfunktion	stetige Skala (Gesamt-Erfüllungsgrad aller Anforderungen)

Tabelle 3-4: Definitions- und Wertebereich der Funktionen bei der Anforderungsmodellierung.

Die Funktionen werden im folgenden näher untersucht.

Bewertungsfunktion

Die Bewertungsfunktion bildet die Realität auf eine Skala ab und ist im wesentlichen ein intellektueller Prozeß. Die Untersuchung der zugrunde liegenden Probleme beim Messen der Realität und der Abbildung auf eine Skala wird im Bereich der Meßtheorie vorgenommen (siehe z.B. den entsprechenden Eintrag in [Schneider H-J 1997]). Da dies nicht Bestandteil der Anforderungsmodellierung ist, wird im folgenden darauf nicht weiter eingegangen.

Normierungsfunktion

Die Normierungsfunktion bildet die Menge der möglichen Ausprägungen aller Anforderungen auf eine gemeinsame Skala ab. Sie erlaubt dadurch später die Verrechnung der Bewertungen der einzelnen Anforderungen.

Dies sei an einem Beispiel kurz erläutert. Tabelle 3-5 enthält ein Beispiel einer Anforderung an eine Textverarbeitung, welches im Rahmen einer Systemauswahl verwendet wird.

<i>Eigenschaft</i>	<i>Beispiel</i>
Name der Anforderung	Umfangreiche Formatierungen sollen möglich sein
Bewertungskriterium	Umfang der Formatierungsmöglichkeiten
Mögliche Ausprägungen	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Formatierungsmöglichkeiten • Nur Basisformatierungen (fett, kursiv, unterstrichen) sind möglich • Erweiterte Formatierungen sind möglich
Gewünschte Ausprägung	Erweiterte Formatierungen sind möglich

Tabelle 3-5: Beispiel für eine Anforderung.

Die Normierungsfunktion bildet die möglichen Ausprägungen auf eine für alle Anforderungen einheitliche Skala ab, z.B. auf 0 - 10 (Grad der Erfüllung der Anforderung) oder auch auf 0 oder 1 (Erfüllung bzw. Nichterfüllung). Abbildung 3-3 stellt die Normierungsfunktion für den letzten Fall grafisch dar.

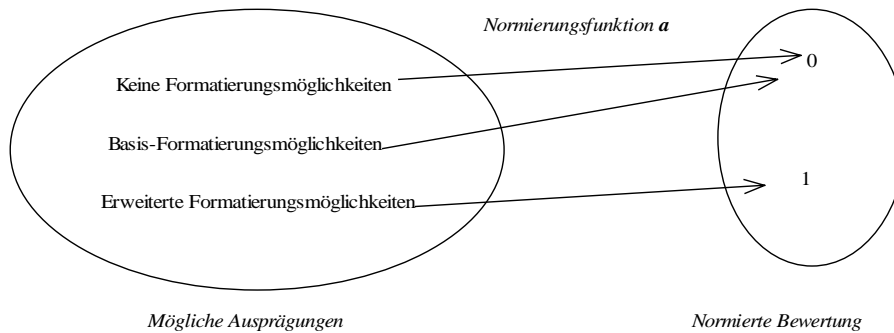


Abbildung 3-3: Beispiel für eine Normierungsfunktion.

In diesem Beispiel wurde nur die Normierung der möglichen Ausprägungen *einer* Anforderung dargestellt. Die Normierungsfunktion muß aber für *jede* einzelne Anforderung festgelegt werden. Die möglichen Ausprägungen der verschiedenen Anforderungen sind eventuell nicht disjunkt, sollen aber ggf. verschieden normiert werden. Formal kann die Normierungsfunktion wie folgt definiert werden.

Sei

- \underline{A} eine Menge von Anforderungen;
- \underline{U} eine (beschränkte) Menge von möglichen Ausprägungen von Anforderungen;
- $\underline{U}_i \subseteq \underline{U}$ eine Menge von möglichen Ausprägungen einer Anforderung $A_i \in \underline{A}$;
- \underline{V} eine Menge von möglichen normierten Bewertungen von Anforderungen.

Definition 3-1: Normierungsfunktion.

Eine Normierungsfunktion α_i für die Anforderung $A_i \in \underline{A}$ bildet \underline{U}_i auf \underline{V} ab: $\alpha_i: \underline{U}_i \rightarrow \underline{V}$.

Gewichtungsfunktion

Die Gewichtungsfunktion wird angewandt, um die normierten Bewertungen der einzelnen Anforderungen zu gewichten. Häufig besteht die Gewichtungsfunktion in einer Multiplikation von Gewichtung und normierter Bewertung. Gewichtungen von Anforderungen können z.B. als Prozentwerte oder Absolutwerte angegeben werden. Da die Gewicht der einzelnen Anforderungen unterschiedlich sein können, muß für jede Anforderung eine eigene Gewichtungsfunktion definiert werden:

Sei

- \underline{V} eine Menge von möglichen normierten Bewertungen von Anforderungen;
- \underline{W} eine Menge von möglichen gewichteten Bewertungen von Anforderungen;
- $\underline{W}_i \subseteq \underline{W}$ eine Menge von möglichen gewichteten Bewertungen einer Anforderungen $A_i \in \underline{A}$.

Definition 3-2: Gewichtungsfunktion.

Eine Gewichtungsfunktion β_i für die Anforderung $A_i \in \underline{A}$ bildet \underline{V} auf \underline{W}_i ab: $\beta_i: \underline{V} \rightarrow \underline{W}_i$.

Genauere Ausführungen zu Vergabe und Anwendung von Gewichten erfolgt in Kapitel 4.2.3.

Verrechnungsfunktion

Die gewichteten, normierten Bewertungen der einzelnen Anforderungen können anschließend über eine Verrechnungsfunktion zu einer Gesamtbewertung verrechnet werden. Typische Verrechnungsfunktionen bestehen in Addition oder Mittelwertbildung. Eine ausführliche Betrachtung der verschiedenen Funktionen im Rahmen der Anwendung von Anforderungsmodellen erfolgt in Kapitel 4.3.

Sei

- \underline{W} eine Menge von möglichen gewichteten Bewertungen von Anforderungen;
- $\underline{W}_i \subseteq \underline{W}$ eine Menge von möglichen gewichteten Bewertungen einer Anforderungen $A_i \in \underline{A}$.
- GB^* eine Gesamtbewertung einer Menge von Anforderungen, $GB^* \in \mathfrak{R}$.

Definition 3-3: Verrechnungsfunktion.

Eine Verrechnungsfunktion χ bildet $\underline{W}_1 \times \dots \times \underline{W}_n$ auf \mathfrak{R} ab: $\chi: \prod_i w_i \rightarrow \mathfrak{R}$.

Mögliche Erweiterungen des Modells

Das bisher vorgestellte Modell der Bewertung und Verrechnung von Anforderungen ist relativ einfach gehalten.

”KO-Anforderungen” (also Anforderungen, die auf jeden Fall erfüllt sein müssen) können im Modell berücksichtigt werden, wenn Normierungs-, Gewichtung- und Verrechnungsfunktion entsprechend gewählt werden. So kann z.B. die Normierungsfunktion so gewählt werden, daß sie die tatsächlichen Ausprägungen von KO-Anforderungen nur auf $-\infty$ (nicht erfüllt) oder 0 (erfüllt) abbildet. Die Gewichtung dieser KO-Kriterien werde auf 1 gesetzt, und als Verrechnungsfunktion werde eine Aufsummierung gewählt. Dadurch wird erreicht, daß bei Ermittlung der Gesamtbewertung durch Aufsummierung der gewichteten Bewertungen aller Anforderungen bei Nichterfüllung nur eines KO-Kriteriums die Gesamtbewertung $-\infty$ wird. Gleichzeitig gehen erfüllte KO-Kriterien durch die Abbildung auf die normierte Bewertung ”0” nicht in die Bewertung ein.

Ebenso könnte das Modell um mengenbasierte, unscharfe, intervallbasierte oder zensierte Ausprägungen erweitert werden. Es muß jeweils der Wertebereich der Normierungsfunktion angepaßt werden. An dem weiteren Vorgehen ändert sich dadurch nichts. Auf eine detaillierte Ausführung wird daher verzichtet und statt dessen wiederum auf die Literatur aus der Meßtheorie verwiesen (z.B. [Thorndike R et al. 1977], [Seelos JH 1990], [Issac S et al. 1989], [Denvir T et al. 1991]).

Der Einsatz von Methoden der linearen Programmierung aus dem Gebiet des ”Operations Research” kann ebenfalls die bisherigen Ausführungen ergänzen. Hierbei erfolgt eine Entscheidungsunterstützung vor dem Hintergrund einer zu maximierenden oder minimierenden Zielfunktion unter Berücksichtigung von Nebenbedingungen ([Seelos JH 1990]). Dabei werden in einer Variante (”goal programming”) diese Bedingungen in einem analytischen Prozeß aus den gegebenen Zielen (z.B. optimaler Personaleinsatz, minimale Kosten) hergeleitet ([Kwak N et al. 1997]).

Dieser Ansatz kann bei der Anforderungsmodellierung z.B. bei der Planung der Entwicklung eines Softwareprodukts eingesetzt werden. Die zu maximierende Zielfunktion ist hier die gesamte Umsetzungsrate aller gegebenen Anforderungen, wobei jeweils das Produkt aus Gewicht und Umsetzungsrate je Anforderung addiert wird. Die Nebenbedingungen könnten z.B. Kosten sein, welche jeweils in Abhängigkeit der Umsetzungsrate der jeweiligen Anforderung entstehen. Das Ergebnis der linearen Programmierung sind dann die optimalen Umsetzungsraten für die Anforderungen, so daß die Kosten eingehalten und gleichzeitig insgesamt, unter Berücksichtigung der Gewichtungen, eine maximal mögliche Umsetzung aller Anforderungen erfolgen kann.

Zusammenfassung

Zur Anwendung von Anforderungsmodellen zu Bewertungszwecken müssen zusammenfassend neben den Zielen und Anforderungen selber noch folgende allgemeine Informationen vorhanden sein:

- Wertebereich der Gewichtungen: Die möglichen Gewichtungen von Zielen und Anforderungen müssen einheitlich angegeben und erläutert werden.
- Bewertungsfunktion: Eindeutige Anleitung, wie man die tatsächliche Ausprägung eines gegebenen Bewertungskriteriums ermittelt.
- Normierungsfunktionen: Funktionen zur Abbildung der möglichen Ausprägungen jeweils einer Anforderung auf eine einheitliche Skala.
- Gewichtungsfunktion: Funktion zur Verrechnung der normierten Bewertungen und der Gewichte der Anforderungen.
- Verrechnungsfunktion: Funktion zur Verrechnung der gewichteten Einzelbewertungen von Anforderungen zu einer Gesamtbewertung.

3.3.4 Ein allgemeines Anforderungsmodell

Anhand der festgehaltenen Eigenschaften aus Kapitel 3.3.2 sowie den Überlegungen zur Überprüfung von Anforderungen aus Kapitel 3.3.3 können nun Interessengruppen, Ziele und Anforderungen formal definiert werden.

Interessengruppe

Interessengruppen werden über Name und eine Erläuterung definiert. Diese einfache Definition genügt für die folgenden Ausführungen. Interessengruppen stellen keine dedizierten Personen dar, sondern repräsentieren Zusammenfassungen von Interessen. Ein Arzt kann z.B. sowohl wissenschaftliche Interessen als auch Interesse an einer optimalen Patientenversorgung haben.

Sei

- N ein Name einer Interessengruppe;
- E eine Erläuterung.

Definition 3-4: Interessengruppe.

Das Tupel $I := (N, E)$ bezeichnet eine Interessengruppe.

Ziel

Ziele sind nach dieser Definition über den Namen, eine Erläuterung, eine Gewichtung und eine Bewertung definiert (vgl. auch Tabelle 3-2).

Sei

- N ein Name eines Ziels;
- E eine Erläuterung;
- G eine Gewichtung;
- B eine Bewertung

Definition 3-5: Ziel.

Das Tupel $Z := (N, E, G, B)$ bezeichnet ein Ziel.

Anforderung

Anforderungen werden über Namen, Erläuterung, Gewichtung, Bewertungskriterium, der Menge der möglichen Ausprägungen und dem Soll-Zustand definiert (vgl. Tabelle 3-3 sowie die Erläuterungen zu Abbildung 3-2). Erst bei Anwendung der Anforderung kommt die tatsächliche Ausprägung (aus der Menge der möglichen Ausprägungen) hinzu, welche dann über die Normierungsfunktion α_A und die Gewichtungsfunktion β in eine gewichtete, normierte Bewertung umgerechnet werden kann.

Sei

- N ein Name einer Anforderung;
- E eine Erläuterung;
- G eine Gewichtung;
- K ein Bewertungskriterium;
- \underline{WK} eine Menge von möglichen Ausprägungen von K ;
- $SOLL$ eine gewünschte Ausprägung mit $SOLL \in \underline{WK}$;
- IST eine tatsächliche Ausprägung mit $IST \in \underline{WK}$;
- B eine normierte Bewertung;
- GB eine gewichtete, normierte Bewertung.

Definition 3-6: Anforderung.

Das Tupel $A := (N, E, G, K, \underline{WK}, SOLL, IST, B, GB)$ bezeichnet eine Anforderung.

Allgemeines Anforderungsmodell

Basierend auf den bisherigen Definitionen kann jetzt ein allgemeines Anforderungsmodell definiert werden.

Sei

- I eine Menge von Interessengruppen;
- Z eine Menge von Zielen;
- WG eine Menge von möglichen Gewichtungen von Anforderungen;
- U eine Menge der möglichen Ausprägungen von Anforderungen;
- V eine Menge der möglichen normierten Bewertungen von Anforderungen;
- W eine Menge der möglichen gewichteten Bewertungen von Anforderungen;
- A eine Menge von Anforderungen, mit $A_i \in A$, $A_i := (N_i, E_i, G_i, K_i, WK_i, SOLL_i, IST_i, B_i, GB_i)$, $G_i \in WG$, $WK_i \subseteq U$, $B_i \in V$, $GB_i \in W$;
- α eine Menge von Normierungsfunktionen, mit $\alpha_i \in \alpha$, $\alpha_i: WK_i \rightarrow V$ für $A_i \in A$;
- β eine Gewichtungsfunktion mit $\beta: V \rightarrow W$;
- χ eine Verrechnungsfunktion mit $\chi: W \rightarrow \mathfrak{R}$;

Definition 3-7: Ein allgemeines Anforderungsmodell.

Das Tupel $AM := (I, Z, A, WG, \alpha, \beta, \chi)$ bezeichnet ein allgemeines Anforderungsmodell.

Ein so definiertes allgemeines Anforderungsmodell umfaßt Interessengruppen, Ziele, Anforderungen, eine Menge von möglichen Gewichtungen sowie Normierungsfunktionen für alle Anforderungen, eine Gewichtungsfunktion und eine Verrechnungsfunktion (zu den Einzelheiten der Funktionen siehe Kapitel 3.3.3).

3.3.5 Beziehungen zwischen Anforderungen

Anforderungen stehen untereinander in bestimmten Beziehungen - sie können z.B. ineinander enthalten sein, semantisch äquivalent oder widersprüchlich sein. Die verschiedenen Möglichkeiten werden im folgenden untersucht und formalisiert.

Die Beziehungen zwischen Anforderungen ergeben sich im wesentlichen aus den Bewertungskriterien sowie den Sollwerten der Anforderungen.

Synonymie von Anforderungen

Zwei Anforderungen sind synonym, wenn sie das gleiche Bewertungskriterium haben und außerdem auch den gleichen Sollwert. Beide Anforderungen können unterschiedliche Bezeichnungen (Namen) haben, bei identischen Bewertungskriterien und Sollwerten liegt trotzdem dieselbe Anforderung (Begriff) vor.

Sei

- AM ein allgemeines Anforderungsmodell mit $AM := (I, Z, A, WG, \alpha, \beta, \chi)$;
- $A_i, A_j \in A$ Anforderungen mit $A_i := (N_i, E_i, G_i, K_i, WK_i, SOLL_i, IST_i, B_i, GB_i)$, $A_j := (N_j, E_j, G_j, K_j, WK_j, SOLL_j, IST_j, B_j, GB_j)$.

Definition 3-8: Synonymie von Anforderungen.

A_i ist synonym zu A_j $:\Leftrightarrow K_i = K_j \wedge Soll_i = Soll_j$.

Als Funktionssymbol für Synonymie von Anforderungen soll "syn" verwendet werden.

Beim Vorhandensein synonymen Anforderungen ist es sinnvoll, eine Vorzugsbezeichnung festzulegen, also einen einheitlichen Namen für die jeweils synonymen Anforderungen. Synonyme Anforderungen haben jeweils die gleiche Bewertung.

Wenn zwei Anforderungen gleiche Bewertungskriterien, aber unterschiedliche Sollwerte haben, sind sie antonym (s.u.).

Beispiel: Die Anforderungen mit den Namen "Vorhandensein einer eindeutigen Patientenidentifikation" und "Vorhandensein einer eindeutigen Patientennummer" sind synonym - sie haben zwar unterschiedliche Bezeichnungen, aber dasselbe Bewertungskriterium (nämlich "Vorhandensein eines eindeutigen Patientenschlüssels"), und auch denselben Sollwert, nämlich "Vorhandensein".

Hyponomie bzw. Hyperonomie von Anforderungen

Anforderungen können ineinander enthalten sein. Eine Anforderung ist dann in einer anderen Anforderung enthalten, wenn das Bewertungskriterium der einen im Bewertungskriterium der anderen Anforderung enthalten ist. Dabei müssen beide Sollwerte identisch sein. Die eine Anforderung stellt dabei den Oberbegriff (Hyperonym), die anderen den Unterbegriff (Hyponym) dar.

Sei

- AM ein allgemeines Anforderungsmodell mit $AM := (I, Z, A, WG, \alpha, \beta, \chi)$;
- $A_i, A_j \in \underline{A}$ Anforderungen mit $A_i := (N_i, E_i, G_i, K_i, \underline{WK}_i, SOLL_i, IST_i, B_i, GB_i)$, $A_j := (N_j, E_j, G_j, K_j, \underline{WK}_j, SOLL_j, IST_j, B_j, GB_j)$.

Definition 3-9: Hyponomie von Anforderungen.

A_i ist hyponym zu A_j : \Leftrightarrow K_i ist enthalten in $K_j \wedge Soll_i = Soll_j$.

Definition 3-10: Hyperonomie von Anforderungen.

A_i ist hyperonym zu A_j : \Leftrightarrow K_j ist enthalten in $K_i \wedge Soll_i = Soll_j$.

Als Funktionssymbole für Hyperonomie bzw. Hyponomie von Anforderungen sollen "hyper" bzw. "hypo" verwendet werden.

Wenn eine hyperonyme Anforderung erfüllt ist, dann sind auch seine hyponymen Anforderungen erfüllt. Andersherum ergibt sich die Bewertung einer hyperonymen Anforderung aus den Bewertungen seiner hyponymen Anforderungen.

Liegen Anforderungen vor, welche zwar ineinander enthaltene Bewertungskriterien haben, aber unterschiedliche Sollwerte, dann liegen kohyponyme Anforderungen vor (s.u.).

Beispiel: Die Anforderung mit dem Namen "möglichst viele Formatierungsmöglichkeiten" (Bewertungskriterium: "Umfang der Formatierungsmöglichkeiten") ist hyponym zur Anforderung mit dem Namen "möglichst viele Layoutmöglichkeiten" (Bewertungskriterium: "Umfang an Layoutmöglichkeiten"), da das Bewertungskriterium "Umfang der Formatierungsmöglichkeiten" Teil des Bewertungskriteriums "Umfang an Layoutmöglichkeiten" ist (zum Layout gehören neben der Formatierung noch weitere Aspekte wie z.B. die Seitengestaltung). Gleichzeitig stimmen die Sollwerte beider Anforderungen überein ("möglichst viel").

Kohyponomie von Anforderungen

Zwei Anforderungen sind kohyponym (überlappend), wenn sich ihre Bewertungskriterien überlappen. Beide Anforderungen weisen dabei Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede bezüglich der Bewertungskriterien auf.

Sei

- AM ein allgemeines Anforderungsmodell mit $AM := (I, Z, A, WG, \alpha, \beta, \chi)$;
- $A_i, A_j \in \underline{A}$ Anforderungen mit $A_i := (N_i, E_i, G_i, K_i, \underline{WK}_i, SOLL_i, IST_i, B_i, GB_i)$, $A_j := (N_j, E_j, G_j, K_j, \underline{WK}_j, SOLL_j, IST_j, B_j, GB_j)$.

Definition 3-11: Kohyponomie von Anforderungen.

A_i ist kohyponym mit A_j : \Leftrightarrow K_i und K_j überlappen sich.

Als Funktionssymbol für Kohyponomie von Anforderungen soll "kohypo" verwendet werden.

Nach dieser Definition sind auch hyponyme und hyperonyme Anforderungen kohyponym.

Beispiel: Die Anforderungen mit den Namen "Vorhandensein einer pflegerischen Leistungsdokumentation" und "Vorhandensein einer Pflegedokumentation" sind kohyponym - ihre Bewertungskriterien haben gemeinsame Aspekte wie z.B. "Dokumentation der erbrachten Leistungen und der verbrauchten Ressourcen", aber auch unterschiedliche Aspekte wie z.B. "Dokumentation der Pflegeziele", welche nur Teil des Bewertungskriteriums für die zweite Anforderung ist.

Antonymie von Anforderungen

Zwei Anforderungen sind antonym (widersprüchlich), wenn sie das gleiche Bewertungskriterium, aber sich widersprechende (d.h. gegensätzliche, unterschiedliche) Sollwerte haben.

Sei

- AM ein allgemeines Anforderungsmodell mit $AM := (I, Z, A, WG, \alpha, \beta, \chi)$;
- $A_i, A_j \in \underline{A}$ Anforderungen mit $A_i := (N_i, E_i, G_i, K_i, \underline{WK}_i, SOLL_i, IST_i, B_i, GB_i)$, $A_j := (N_j, E_j, G_j, K_j, \underline{WK}_j, SOLL_j, IST_j, B_j, GB_j)$.

Definition 3-12: Antonymie von Anforderungen.

A_i ist antonym zu $A_j \iff K_i = K_j \wedge Soll_i \neq Soll_j$.

Als Funktionssymbol für Antonymie von Anforderungen soll "anto" verwendet werden.

Beispiel: Die Anforderungen mit den Namen "freier Internetzugang für Mitarbeiter" sowie "kein Internetzugang für Mitarbeiter" sind antonym - das Bewertungskriterium ist bei beiden "Umfang des möglichen Internetzugangs für Mitarbeiter", der Sollwert unterscheidet sich ("freier Zugang" gegen "kein Zugang").

Verschiedenheit von Anforderungen

Zwei Anforderungen sind völlig verschieden, wenn sie weder gleich noch überlappend noch ineinander enthalten sind.

Sei

- AM ein allgemeines Anforderungsmodell mit $AM := (I, Z, A, WG, \alpha, \beta, \chi)$;
- $A_i, A_j \in \underline{A}$ Anforderungen mit $A_i := (N_i, E_i, G_i, K_i, \underline{WK}_i, SOLL_i, IST_i, B_i, GB_i)$, $A_j := (N_j, E_j, G_j, K_j, \underline{WK}_j, SOLL_j, IST_j, B_j, GB_j)$.

Definition 3-13: Verschiedenheit von Anforderungen.

A_i ist verschieden zu $A_j \iff A_i$ ist nicht synonym zu $A_j \wedge A_i$ ist nicht hyponym zu $A_j \wedge A_i$ ist nicht hyperonym zu $A_j \wedge A_i$ ist nicht kohyponym zu A_j .

Als Funktionssymbol für die Verschiedenheit von Anforderungen soll "diff" verwendet werden.

Die Bewertung verschiedener Anforderungen ist voneinander unabhängig.

Beispiel: Die Anforderungen mit den Namen "Vorhandensein einer Pflegedokumentation" und "Vorhandensein eines Rahmenkonzepts" sind verschieden, da sie weder synonym noch kohyponym noch hyperonym noch hyponym sind.

Zusammenfassung

Tabelle 3-6 faßt die verschiedenen möglichen Beziehungen zwischen Anforderungen zusammen.

Beziehung der Anforderungen A_i, A_j	Beziehung zwischen Bewertungskriterien	Beziehung zwischen Sollwerten	Symbol
Synonymie	$K_i = K_j$	$Soll_i = Soll_j$	syno
Antonymie	$K_i = K_j$	$Soll_i \neq Soll_j$	anto
Hyponomie	K_i ist enthalten in K_j	$Soll_i = Soll_j$	hypo
Hyperonomie	K_j ist enthalten in K_i	$Soll_i = Soll_j$	hyper
Kohyponomie	K_i und K_j überlappen sich		kohypo
Verschieden			diff

Tabelle 3-6: Mögliche Beziehungen zwischen Anforderungen.

Mit der gegebenen formalen Basis ist es nicht möglich, die Bewertungskriterien von Anforderungen weiter zu detaillieren. Auf den Versuch, eine entsprechende Formalisierung der Bewertungskriterien vorzunehmen, wird aber aus zwei Gründen verzichtet: zum einen scheint der Aufwand für eine formale Darstellung erheblich zu sein. Zum anderen ist für den Menschen eine Entscheidung auf Gleichheit etc. von Bewertungskriterien relativ einfach zu treffen, eine Automatisierung also nicht unbedingt notwendig.

3.3.6 Vereinigung von Anforderungen

Häufig ist es notwendig, möglichst ohne Informationsverlust zwei Anforderungen zu einer neuen Anforderung zu vereinen.

Verschiedene Anforderungen können durch eine einfache Konjunktion vereint werden. Aus "Pflegeplanung soll unterstützt werden" und "Pflegedokumentation soll unterstützt werden" wird so "Pflegeplanung *und* Pflegedokumentation sollen unterstützt werden". Formal werden Name, Erläuterung und Bewertungskriterium durch eine Konjunktion vereint. Dieser Vorgang ist einfach automatisierbar. Sollwerte bleiben ihren jeweiligen Teilanforderungen zugeordnet. Aus "Pflegeplanung soll gut unterstützt werden" und "Pflegedokumentation soll sehr gut unterstützt werden" wird so z.B. "Pflegeplanung soll gut und Pflegedokumentation soll sehr gut unterstützt werden".

Kohyponyme Anforderungen werden inhaltlich vereint. Die Anforderungen "Problem- und Ressourcendefinition sollen unterstützt werden" und "Zieldefinition und Maßnahmenplanung sollen unterstützt werden" können z.B. zur Anforderung "Pflegeplanung soll unterstützt werden" vereint werden. Name, Erläuterung und Bewertungskriterium werden inhaltlich vereint. Dies ist ein intellektueller Vorgang. Bei gleichen Sollwerten erhält die vereinigte, neue Anforderung den gleichen Sollwert wie die ursprünglichen Anforderungen. Sind die Sollwerte dagegen verschieden, ist keine Vereinigung möglich ohne Informationsverlust bei den Sollwerten - als neuer Sollwert könnte z.B. der Mittelwert der Sollwerte, oder bei intervallbasierten Sollwerten, eine Vereinigung der Intervalle gewählt werden.

Synonyme Anforderungen ergeben vereint wieder die ursprünglichen Anforderungen, wobei hier die Wahl einer gemeinsamen Vorzugsbezeichnung sinnvoll ist. Bewertungskriterium und Sollwert ändern sich durch die Vereinigung nicht.

Bei *hyperonymen* bzw. *hyponymen* Anforderungen ergibt sich durch Vereinigung die hyperonyme Anforderung. *Antonyme* Anforderungen lassen sich nicht vereinen.

Die Vorgehensweise bei der Vereinigung von Anforderungen wird in Definition 3-14 zusammengefaßt.

Sei

- AM ein allgemeines Anforderungsmodell mit $AM := (I, Z, A, WG, \alpha, \beta, \chi)$;
- $A^*, A_i, A_j \in \underline{A}$ Anforderungen mit $A^* := (N^*, E^*, G^*, K^*, \underline{WK}^*, \underline{SOLL}^*, \underline{IST}^*, B^*, GB^*)$, $A_i := (N_i, E_i, G_i, K_i, \underline{WK}_i, \underline{SOLL}_i, \underline{IST}_i, B_i, GB_i)$, $A_j := (N_j, E_j, G_j, K_j, \underline{WK}_j, \underline{SOLL}_j, \underline{IST}_j, B_j, GB_j)$.
- $\theta_N, \theta_K, \theta_S$ Vereinigungsfunktionen.

Definition 3-14: Vereinigung von Anforderungen.

$A^* := A_i$ vereinigt $A_j := \Leftrightarrow N^* = \theta_N(N_i, N_j) \wedge K^* = \theta_K(K_i, K_j) \wedge \text{Soll}^* = \theta_S(\text{Soll}_i, \text{Soll}_j)$,

wobei gilt:

A_i **syno** $A_j \Rightarrow \theta_N =$ Vorzugsbezeichnung von N_i, N_j ; $\theta_K(K_i, K_j) = K_j$; $\theta_S(\text{Soll}_i, \text{Soll}_j) = \text{Soll}_j$

A_i **hyppo** $A_j \Rightarrow \theta_N(N_i, N_j) = N_j$; $\theta_K(K_i, K_j) = K_j$; $\theta_S(\text{Soll}_i, \text{Soll}_j) = \text{Soll}_j$

A_i **hyper** $A_j \Rightarrow \theta_N(N_i, N_j) = N_i$; $\theta_K(K_i, K_j) = K_i$; $\theta_S(\text{Soll}_i, \text{Soll}_j) = \text{Soll}_i$

A_i **kohypo** $A_j \Rightarrow \theta_N(N_i, N_j) = N_i \cup N_j$; $\theta_K(K_i, K_j) = K_i \cup K_j$; $\theta_S(\text{Soll}_i, \text{Soll}_j) = \text{Soll}_i \cup \text{Soll}_j$

A_i **anto** $A_j \Rightarrow$ Eine Vereinigung ist nicht möglich

A_i **diff** $A_j \Rightarrow \theta_N(N_i, N_j) =$ Oberbegriff zu N_i, N_j ; $\theta_K(K_i, K_j) =$ Oberbegriff zu K_i, K_j

Zu den übrigen Eigenschaften (Erläuterung, Gewichtung, mögliche Ausprägungen des Bewertungskriteriums, Istwert, Bewertung, gewichtete Bewertung) der neuen Anforderung A^* können keine allgemeinen Aussagen gemacht werden, da sie vom Einsatzzweck abhängen. Sie sollten nach Vereinigung von Namen, Bewertungskriterium und Sollwert neu vergeben werden (Erläuterung, mögliche Ausprägungen) bzw. neu ermittelt werden (Istwert, Bewertung, gewichtete Bewertung).

Als Funktionszeichen für die Vereinigung von Anforderungen soll "sum" verwendet werden.

3.3.7 Detailliertheit von Anforderungen

Die Detailliertheit von Anforderungen wird über die Detailliertheit ihrer Bewertungskriterien untersucht. Diese läßt sich nur inhaltlich ermitteln. So ist das Bewertungskriterium "Maß der Einhaltung der Datenschutzgesetze" offensichtlich weniger detailliert als das Bewertungskriterium "Maß für die Unterstützung der Ressourcendefinition bei der Pflegeplanung" - "Datenschutzgesetze" ist ein allgemeinerer Begriff als "Ressourcendefinition bei der Pflegeplanung". Dies ist aber nicht automatisierbar.

Sinnvoll wäre eine Funktion, welche die Detailliertheit einer beliebigen Anforderung messen kann. Sei

- AM ein allgemeines Anforderungsmodell mit $AM := (I, Z, A, WG, \alpha, \beta, \chi)$;
- $A_i, A_j \in \underline{A}$ Anforderungen mit $A_i := (N_i, E_i, G_i, K_i, \underline{WK}_i, \underline{SOLL}_i, \underline{IST}_i, B_i, GB_i)$, $A_j := (N_j, E_j, G_j, K_j, \underline{WK}_j, \underline{SOLL}_j, \underline{IST}_j, B_j, GB_j)$,
- $\kappa: \underline{A} \rightarrow \mathfrak{R}$ eine Funktion.

Definition 3-15: Detailliertheitsmaß von Anforderungen.

κ ist ein Detailliertheitsmaß von Anforderungen : \Leftrightarrow

$\kappa(K_i) < \kappa(K_j) \Rightarrow A_i$ ist weniger detailliert (allgemeiner) als A_j ;

$\kappa(K_i) = \kappa(K_j) \Rightarrow A_i$ ist gleich detailliert wie A_j ;

$\kappa(K_i) > \kappa(K_j) \Rightarrow A_i$ ist stärker detailliert (spezifischer) als A_j .

Anmerkung zur Untersuchung von Bewertungskriterien und Sollwerten

Der Vergleich von Anforderungen setzt nach obigen Definitionen die Kenntnis von Bewertungskriterien und ggf. Sollwerten voraus. Dies betont die Notwendigkeit, bei der Formulierung von Anforderungen nicht nur ihren Namen und eine Erläuterung, sondern auch exakt das zu prüfende Bewertungskriterium sowie ggf. einen Sollwert anzugeben (vgl. Definition 3-6).

Der konkrete Vergleich der Bewertungskriterien kann innerhalb des bisher vorgestellten Modells nur "manuell" erfolgen. Eine Automatisierung ist nicht möglich, da der Begriff des Bewertungskriteriums nicht näher formalisiert wurde. Daraus folgt, daß auch der Vergleich von Anforderungen letztlich nur intellektuell aufgrund inhaltlicher Kenntnis erfolgen kann. Mit den bisher vorgestellten Definitionen kann dieser Vorgang aber transparenter gemacht werden.

Zum konkreten Vergleich der Sollwerte müssen diese genau wie auch die tatsächlichen Ausprägungen über die gegebene Normierungsfunktion auf eine gemeinsame quantitative Skala abgebildet werden. Hierbei kann sowohl auf einen bestimmten Wert (z.B. Umfang Formatierungsmöglichkeiten = 4) als auch auf ein Intervall (Internetzugang mind. 5) abgebildet werden.

Der Vergleich intervallbasierter Sollwerte ist etwas komplexer. Offensichtlich sind sie ungleich, wenn sich die Intervalle nicht überschneiden. Bei sich überlappenden Intervallen ist diese Entscheidung schwieriger. So sind die Anforderungen "möglichst freier Internetzugang für Mitarbeiter" und "möglichst eingeschränkter Internetzugang für Mitarbeiter" offensichtlich ungleich. Die Normierungsfunktion könnte sie auf einer Skala von z.B. 0 - 10 auf ">4" (für "möglichst frei") bzw. auf "<6" (für "möglichst eingeschränkt") abbilden, oder auch auf ">5" und "<5". Beides wäre möglich. Einmal würden sich dabei ihre Intervalle überlappen, einmal nicht. Offensichtlich hängt der Vergleich intervallbasierter Sollwerte vor allem von einer sinnvollen Wahl der Normierungsfunktion ab.

3.3.8 Beziehungen zwischen Zielen

Genau wie Anforderungen können Ziele gleich, überlappend, enthalten oder widersprüchlich sein. Eine nähere Untersuchung über die gegebene Definition von Zielen (aus Name, Erläuterung und Bewertung) ist nicht möglich. Statt dessen können die Beziehungen zwischen Zielen anhand ihrer zugrunde liegenden Anforderungen ermittelt werden. Es soll Folgendes gelten:

- Zwei Ziele sind synonym, wenn alle ihre abgeleiteten Anforderungen jeweils paarweise synonym sind.
- Zwei Ziele sind kohyponym, wenn wenigstens zwei ihrer abgeleiteten Anforderungen kohyponym sind.
- Zwei Ziele sind hyponym bzw. hyperonym, wenn jeweils alle abgeleiteten Anforderungen des einen Ziels hyponym bzw. hyperonym zu den Anforderungen des anderen Zieles sind.
- Zwei Ziele sind antonym, wenn mindestens zwei ihrer abgeleiteten Anforderungen antonym sind.
- Zwei Ziele sind verschieden, wenn sie weder synonym noch kohyponym noch hyponym noch hyperonym sind.
- Zwei Ziele werden vereinigt, indem ihre Anforderungen vereinigt werden.
- Die Detailliertheit eines Zieles ergibt sich aus der Detailliertheit seiner Anforderungen.

Auf eine Formalisierung wird verzichtet, da hierfür die Formalisierung der Beziehungen zwischen Zielen und Anforderungen notwendig ist, welche erst in den folgenden Kapiteln vorgenommen wird.

Zur Beschreibung der Beziehungen der Ziele sollen die gleichen Symbole wie zur Beschreibung der Beziehungen zwischen Anforderungen gewählt werden, also: **syno**, **anto**, **hypo**, **hyper**, **kohypo** und **diff**.

3.4 Definition eines polyhierarchischen Anforderungsmodells

Nachdem der Begriff der Ziele und Anforderungen in Kapitel 3.3 abgegrenzt und definiert worden ist, können nun die Beziehungen zwischen Zielen und Anforderungen, welche in Kapitel 3.2 bereits allgemein beschrieben wurden, in Form eines polyhierarchischen Anforderungsmodells formalisiert werden.

3.4.1 Formale Definition

Reale Anforderungsmodelle gehen in der Regel von hierarchischen Zielvorstellungen und Anforderungen aus. So ordnet [Martin J 1989] Ziele in einer Zielhierarchie an. Die Zielhierarchie kann nach seiner Definition beliebig viele Ebenen haben, im konkreten Beispiel waren es drei Ebenen. [Klinikum Leipzig 1996] berücksichtigt zwei Ebenen von Zielen. Anforderungskataloge wie [Gierl L et al. 1999] berücksichtigen bis zu drei Ebenen von Anforderungen.

Die Beziehungen zwischen Zielvorstellungen und Anforderungen sollen daher in Form eines *gerichteten Graphen* beschrieben werden, in dem die Knoten die Zielvorstellungen bzw. Anforderungen darstellen, und die Kanten die jeweiligen Beziehungen zwischen ihnen. Ein Nachfolger ist dabei Teil seines Vorgängers, er wurde bei der Anforderungsmodellierung aus diesem abgeleitet. Dabei werden grundsätzlich zunächst Ziele immer weiter verfeinert, bis sie schließlich in Anforderungen übergehen.

Die aus der Literatur verfügbaren Anforderungskataloge gehen meistens davon aus, daß jedes Element genau einen Vorgänger hat. Dies scheint in der Realität aber nicht ausreichend zu sein. Vielmehr kann es auch Fälle geben, in denen ein Element mehrere Vorgänger hat. So kann die Zielvorstellung "Eine elektronische Befundübermittlung soll möglich sein" Teilziel sowohl des Ziels "Verfügbarkeit von Patienteninformationen" als auch des Ziels "Ermöglichung einer Kommunikation mit Leistungstellen" sein - sie hätte damit zwei Vorgänger. Ebenso kann die Anforderung "Die Datenschutzgesetze sollen eingehalten werden" zu verschiedenen übergeordneten Anforderungen wie "Eine elektronische Befundübermittlung soll möglich sein" und "Ein Internetzugang für Mitarbeiter soll möglich sein" gehören.

Als Modell wird daher ein *polyhierarchischer gerichteter Graph* gewählt, bei dem die Elemente beliebig viele Vorgänger haben können.

Jeder Knoten in diesem Graph sei ein Ziel oder eine Anforderung. Die Normierung der Bewertung der Anforderungen erfolgt entsprechend Kapitel 3.3.3 über die Normierungsfunktionen α . Über die Gewichtungsfunktion β bekommen alle Anforderungsknoten eine gewichtete, normierte Bewertung. Über eine Verrechnungsfunktion χ können anschließend die Bewertung der Teilelemente zur Bewertung des Oberelements verrechnet werden.

Sei

- I eine endliche Menge von Interessengruppen;
- Z eine endliche Menge von Zielen;
- WG eine Menge von möglichen Gewichtungen von Anforderungen mit $WG \in \mathfrak{R}^+$;
- U eine Menge der möglichen Ausprägungen von Anforderungen;
- V eine Menge der möglichen normierten Bewertungen von Anforderungen;
- W eine Menge der möglichen gewichteten Bewertungen von Anforderungen;
- A eine Menge von Anforderungen, mit $A_i \in A$, $A_i := (N_i, E_i, G_i, K_i, WK_i, SOLL_i, IST_i, B_i, GB_i)$, $G_i \in WG$, $WK_i \subseteq U$, $B_i \in V$, $GB_i \in W$;
- α eine Menge von Normierungsfunktionen, mit $\alpha_i \in \alpha$, $\alpha_i: WK_i \rightarrow V$ für $A_i \in A$;
- β eine Gewichtungsfunktion mit $\beta: V \rightarrow W$;
- χ eine Verrechnungsfunktion mit $\chi: W \rightarrow \mathfrak{R}$;
- BZ eine endliche Menge gerichteter Kanten: $BZ \subseteq (Z \cup A) \times (Z \cup A)$.

Definition 3-16: Ein polyhierarchisches Anforderungsmodell.

Das Tupel $AM := (I, Z, A, WG, \alpha, \beta, \chi, BZ)$ heißt polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems.

Der gerichtete Graph $G := (Z \cup A, BZ)$ heißt Graph des Anforderungsmodells AM .

Jede gerichtete Kante $(u, v) \in BZ$ heißt Teil-von-Beziehung zwischen zwei Elementen u und v . Dabei heißt u Vorgänger, v heißt Nachfolger.

Diese Definition sagt noch nichts über die inhaltliche Beziehung zwischen Vorgänger-Knoten und Nachfolger-Knoten aus. Diese werden erst in den inhaltlichen Integritätsbedingungen (siehe unten) festgelegt.

3.4.2 Strukturelle Gütekriterien

Formal definierte Kriterien stellen ein Instrument dar, mit dem die Qualität von Anforderungsmodellen gemessen werden kann - im Sinne einer "good requirement modelling practice", analog zu "good clinical practice" bei klinischen Studien (z.B. [BMG 1987], [ICH-GCP 1995], [PRA 1993]) bzw. "good evaluative practice" bei Evaluationsstudien ([Rovira J 1996]). So könnte z.B. in einem konkreten Anforderungsmodell für ein Krankenhausinformationssystem ein Fehler oder Widerspruch festgestellt werden.

In zahlreichen Arbeiten zum Thema Modellierung werden Kriterien für die Qualität oder Güte von Modellen untersucht. So zitiert z.B. [Partsch H 1991] folgende Kriterien aus der Literatur: Konzeptuelle Integrität, Lesbarkeit und Verständlichkeit, Verwendung formaler Methoden, Abstraktheit und formale Präzision, ganzheitliche Methodik, Änderungsfreundlichkeit, Entwurfsfreiheit, Adäquatheit und Anwendungsbreite. [Haux R 1997] benennt Relevanz, Entscheidungsfähigkeit, Reproduzierbarkeit, Einfachheit, Verhältnismäßigkeit, Kohärenz, Modellintegrität und Kritisierbarkeit als wichtige Eigenschaften von Modellen. Nach [Greenes RA et al. 1994] müssen Modelle z.B. änderbar, wiederverwendbar, korrekt, komplett, klar und nützlich sein. Mehrere Autoren fordern eine formale und damit validierbare Modellierung ([Hasselbring W 1993], [Böhm M et al. 1979], [Melchisedech R 1998], [Bell T et al. 1977], [Engelbrecht R et al. 1986]).

Im folgenden wird insbesondere der Forderung nach Validierung von Modellen Rechnung getragen, indem strukturelle Gütekriterien formuliert werden, welche es ermöglichen, die formale Qualität des Modells zu überprüfen. Zur Überprüfung dieser strukturellen Gütekriterien genügt die Kenntnis über die *Struktur* des polyhierarchischen Graphen.

Eine Verletzung der strukturellen Gütekriterien kann auf Fehler im Modell hinweisen. Eventuell läßt sich eine Verletzung aber auch nicht vermeiden oder ist begründet. So kann eine Verletzung von S-8 darin resultieren, daß ein Teil des Anforderungsmodells absichtlich detaillierter dargestellt ist als die übrigen Teile des Modells. Strukturelle Gütekriterien können aber als Warnhinweise angesehen werden, welche auf die Stellen im Modell verweisen, die noch einmal überprüft werden sollten.

Die folgenden Ausführungen basieren auf den graphentheoretischen Grundlagen aus Kapitel 2.2.

S-1: Wurzelgraph

Der Graph G soll genau eine Wurzel haben, also genau einen Knoten, der keine Vorgänger hat. Dies erleichtert später die Aufstellung von Anforderungsmodellen (siehe Kapitel 4.1.2).

Sei

- $AM := (I, Z, A, WG, \alpha, \beta, \chi, BZ)$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems;
- $G := (Z \cup A, BZ)$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM .

Definition 3-17: Wurzelgraph.

G ist Wurzelgraph $:\Leftrightarrow \exists! u \in Z \cup A: |\text{pred}(z)| = 0$.

S-2: Zyklenfreiheit

Der Graph G soll azyklisch sein. Ein Zyklus der Form $A \rightarrow B \rightarrow A$ würde bedeuten, daß A sowohl Teilelement von B als auch Oberelement von B ist, was inhaltlich nie sein kann.

S-2 schließt die Forderung nach Orientiertheit des Graphen sowie nach Schleifenfreiheit ein.

Die formale Definition eines Zyklus findet sich in Definition 2-22.

S-3: Sehnenfreiheit

Der Graph G soll sehnenfrei sein, da eine Sehne eine redundante Information im Anforderungsmodell darstellt. Zum Beispiel ist die Kante (A, C) überflüssig, wenn es bereits die Kanten (A, B) und (B, C) gibt, da C Teilelement von B und dieses wiederum Teilelement von A ist - womit bereits impliziert ist, daß C auch Teilelement von A ist.

Die formale Definition von Sehne findet sich in Definition 2-20.

S-4: Z-Korrektheit

Ein Graph ist Z-korrekt, wenn jedes Ziel entweder *nur* Ziele oder *nur* Anforderungen als Nachfolger hat (zum Begriff des Nachfolgers vgl. Definition 2-17). Die Zerlegung eines Zieles sowohl in Ziele als auch in Anforderungen ist wenig sinnvoll.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \underline{\beta}, \underline{\chi}, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM .

Definition 3-18: Z-Korrektheit.

G ist Z-korrekt $:\Leftrightarrow \forall u \in \underline{Z}: (\forall x \in \text{succ}(u): x \in \underline{Z}) \vee (\forall x \in \text{succ}(u): x \in \underline{A})$
--

S-5: A-Korrektheit

A-Korrektheit bedeutet, daß Anforderungen nur andere Anforderungen als Nachfolger (zum Begriff des Nachfolgers vgl. Definition 2-17) haben dürfen. Damit wird verhindert, daß eine Anforderung auf ein Ziel abgeleitet wird, was keinen Sinn macht.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \underline{\beta}, \underline{\chi}, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM .

Definition 3-19: A-Korrektheit.

G ist A-korrekt $:\Leftrightarrow \forall v \in \underline{A}: \text{succ}(v) \subseteq \underline{A}$.
--

S-1 und S-5 zusammen gewährleisten, daß ein Ziel als Oberelement nur Ziele haben kann, während Anforderungen sowohl Ziele als auch Anforderungen als Oberelement haben können. Außerdem sind sie die Voraussetzung für eine systematische Anforderungsmodellierung, bei der Ziele immer weiter verfeinert (in Teile gegliedert) werden, bis sie in Anforderungen übergehen, welche wiederum noch weiter verfeinert werden können.

S-6: Topologische Ordnung

Der Graph soll eine topologische Ordnung haben. Die Indizes sollen also so gewählt sein, daß ein Vorgänger eines Knoten immer einen kleineren Index hat als der Knoten selbst. Dadurch kann "mit einem Blick" geklärt werden, wie zwei Elemente des Graphen zueinander in Beziehung stehen:

- Existiert ein gerichteter Weg zwischen zwei Knoten, so ist der Knoten mit dem höheren Index enthalten im Knoten mit dem niedrigeren Index;
- Durch Vergleich der Indizes kann abgeschätzt werden, ob zwei Knoten ähnlich detailliert sind.

Eine nähere Untersuchung zur Vergabe der Indizes erfolgt in Kapitel 4.2.

Die formale Definition einer topologischen Ordnung findet sich in Definition 2-25.

S-7: O-Zahlgleichheit

Die Anzahl der Oberelemente aller Elemente sollte üblicherweise in etwa gleich sein. Ein "Verstoß" gegen S-7 kann z.B. begründet werden mit einer Betonung bestimmter Bereiche der Anforderungsmodelle.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM .

Definition 3-20: O-Zahlgleichheit.

G ist O-zahlgleich $:\Leftrightarrow \forall u_i, u_j \in \underline{Z} \cup \underline{A} : |\mathbf{pred}(u_i)| \approx |\mathbf{pred}(u_j)|$.

Das Maß für die Ähnlichkeit der Anzahl der Elemente muß je nach Anwendungsgebiet festgelegt werden.

S-8: U-Zahlgleichheit

Ebenso sollte die Anzahl der Unterelemente aller Elemente in etwa gleich sein.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM .

Definition 3-21: U-Zahlgleichheit.

G ist U-zahlgleich $:\Leftrightarrow \forall u_i, u_j \in \underline{Z} \cup \underline{A} : |\mathbf{succ}(u_i)| \approx |\mathbf{succ}(u_j)|$

Für die Ähnlichkeitsmaße der beiden Anzahlen gilt das bereits in S-7 Gesagte.

3.4.3 Inhaltliche Gütekriterien

Neben den strukturellen Gütekriterien können zusätzlich inhaltliche Gütekriterien formuliert werden. Zur Überprüfung dieser inhaltlichen Gütekriterien ist Kenntnis über den *Inhalt* des Modells erforderlich, also z.B. über den konkreten Inhalt der einzelnen Anforderung. Ebenso wie strukturelle Gütekriterien können inhaltliche Gütekriterien Warnhinweise auf mögliche Fehler im Modell geben.

I-1: Z-Widerspruchsfreiheit

Zwischen verschiedenen Zielen sollte kein Widerspruch, also keine Antonymie, bestehen. Antonyme Ziele können z.B. durch die Beteiligung verschiedener Interessengruppen an der Anforderungsmodellierung entstehen.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM .

Definition 3-22: Z-Widerspruchsfreiheit.

$$G \text{ ist Z-widerspruchsfrei} \Leftrightarrow \forall Z_i, Z_j \in \underline{Z} : \neg (Z_i \text{ anto } Z_j)$$

Eine genaue Untersuchung des Vorgehens zur Vermeidung antonymer Ziele bei der Anforderungsmodellierung erfolgt in Kapitel 4.1.

I-2: A-Widerspruchsfreiheit

Auch zwischen Anforderungen sollte kein Widerspruch bestehen (vgl. Kapitel 3.3.5). Antonyme Anforderungen können aus antonymen Zielen resultieren.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM .

Definition 3-23: A-Widerspruchsfreiheit.

$$G \text{ ist A-widerspruchsfrei} \Leftrightarrow \forall A_i, A_j \in \underline{A} : \neg (A_i \text{ anto } A_j)$$

Eine genaue Untersuchung des Vorgehens zur Vermeidung antonymer Anforderungen bei der Anforderungsmodellierung erfolgt in Kapitel 4.1.

I-3: Z-Minimalität

Graphen von Anforderungsmodellen sollen so beschaffen sein, daß sie keine synonymen Ziele enthalten.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM .

Definition 3-24: Z-Minimalität.

$$G \text{ ist Z-minimal} \Leftrightarrow \forall Z_i, Z_j \in \underline{Z} : \neg (Z_i \text{ syno } Z_j)$$

Eine genaue Untersuchung des Vorgehens zur Vermeidung synonymen Ziele bei der Anforderungsmodellierung erfolgt in Kapitel 4.1.

I-4: A-Minimalität

Graphen von Anforderungsmodellen sollen auch keine synonymen Anforderungen enthalten.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM .

Definition 3-25: A-Minimalität.

$$G \text{ ist A-minimal} \Leftrightarrow \forall A_i, A_j \in \underline{A} : \neg (A_i \text{ syno } A_j)$$

Eine genaue Untersuchung des Vorgehens zur Vermeidung synonymen Anforderungen bei der Anforderungsmodellierung erfolgt in Kapitel 4.1.

I-5: U-Korrektheit

Ein Unterelement sollte hyponym zu seinem Oberelement sein (zur Hyponomie von Zielen und Anforderungen siehe Kapitel 3.3.5 und 3.3.8).

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $v \in \underline{Z} \cup \underline{A}$ ein beliebiges Oberelement von G .

Definition 3-26: U-Korrektheit eines Oberelements.

$$v \text{ ist U-korrekt} \Leftrightarrow \forall u \in \text{succ}(v) : u \text{ hypo } v.$$

I-6: U-Überlappungsfreiheit

Die Unterelemente eines Oberelements sollten nicht kohyponym sein (zur Kohyponomie von Zielen bzw. Anforderungen siehe Kapitel 3.3.5 und 3.3.8).

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $v \in \underline{Z} \cup \underline{A}$ ein beliebiges Oberelement von G .

Definition 3-27: U-Überlappungsfreiheit eines Oberelements.

$$v \text{ ist U-überlappungsfrei} \Leftrightarrow \forall u_i, u_j \in \text{succ}(v) : \neg (u_i \text{ kohypo } u_j).$$

I-7 : U-Summengleichheit

Die Vereinigung aller Unterelemente eines Oberelements sollten zu diesem synonym sein (zur Vereinigung von Zielen bzw. Anforderungen siehe Kapitel 3.3.6 und 3.3.8).

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $v \in \underline{Z} \cup \underline{A}$ ein beliebiges Oberelement von G ;
- $\theta : \wp(\underline{Z} \cup \underline{A}) \rightarrow \underline{Z} \cup \underline{A}$ eine Funktion zur Vereinigung von Zielen bzw. Anforderungen.

Definition 3-28: U-Summengleichheit eines Oberelements.

$$v \text{ ist U-summengleich} \Leftrightarrow \theta(\text{succ}(v)) \text{ syno } v.$$

I-8: U-Gleichdetailliertheit

Die Unterelemente eines Oberelements sollten in etwa gleich detailliert sein. Dadurch wird eine in etwa symmetrische Zerlegung eines Oberelements erreicht (zur Detailliertheit von Anforderungen bzw. Zielen siehe Kapitel 3.3.7 und 3.3.8).

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $v \in \underline{Z} \cup \underline{A}$ ein beliebiges Oberelement von G ;
- $\kappa : (\underline{Z} \cup \underline{A}) \rightarrow \mathfrak{R}$ ein Maß für die Detailliertheit von Elementen.

Definition 3-29: U-Gleichdetailliertheit eines Oberelements.

$$v \text{ ist U-gleichdetailliert} \Leftrightarrow \forall u_i, u_j \in \text{succ}(v) : \kappa(u_i) \approx \kappa(u_j).$$

Das Maß für die Ähnlichkeit der Detailliertheit von Elementen kann je nach Anwendungsgebiet festgelegt werden. So könnten zwei Elemente ähnlich detailliert sein, wenn ihre Detaillierungsmaße nicht mehr als 50% (oder 100% oder 10%) voneinander abweichen.

I-9: O-Gleichdetailliertheit

Die Oberelemente eines Elements sollten in etwa den gleichen Detaillierungsgrad haben.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $v \in \underline{Z} \cup \underline{A}$ ein beliebiges Unterelement von G ;
- $\eta : (\underline{Z} \cup \underline{A}) \rightarrow \mathfrak{R}$ ein Maß für die Detailliertheit von Zielen bzw. Anforderungen.

Definition 3-30: O-Gleichdetailliertheit eines Oberelements.

$$v \text{ ist O-gleichdetailliert} \Leftrightarrow \forall u_i, u_j \in \text{pred}(v) : \kappa(u_i) \approx \kappa(u_j).$$

Auch hier kann schon wie bei I-8 das Maß der Ähnlichkeit zweier Detailliertheitsmaße nach Wunsch festgelegt werden.

I-10: I-Korrektdetailliertheit

Elemente mit ähnlicher Position im Graph sollten ähnlich detailliert sein, und Elemente mit deutlich verschiedener Position sollten unterschiedlich detailliert sein. Die Position im Graphen ergibt sich dabei am einfachsten über die Länge des Weges zur Wurzel.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $\kappa : (\underline{Z} \cup \underline{A}) \rightarrow \mathfrak{R}$ ein Maß für die Detailliertheit von Elementen;
- $\varphi : (\underline{Z} \cup \underline{A}) \rightarrow \mathfrak{N}$ ein Maß für die Länge des Weges von der Wurzel des Graphens bis zum betrachteten Element.

Definition 3-31: I-Korrektdetailliertheit

$$G \text{ ist I-korrektdetailliert} \Leftrightarrow \forall u_i, u_j \in \underline{Z} \cup \underline{A} \text{ mit } \varphi(u_i) \approx \varphi(u_j) : \kappa(u_i) \approx \kappa(u_j).$$

Das Maß der Ähnlichkeit kann hier wie auch bei I-8 und I-9 individuell festgelegt werden.

I-5 und I-10 zusammen beinhalten, daß Elemente mit ähnlichem Detaillierungsgrad keine Kanten untereinander haben sollten.

I-11: E-Überlappungsarmut

Elemente innerhalb eines Anforderungsmodells sollten nicht zu stark kohyponym sein. Eine starke Kohyponomie zweier beliebiger Elemente führt dazu, daß sie auf nahezu die gleichen Teilelemente verweisen. Dies führt zu unübersichtlichen Modellen (zur Kohyponomie von Zielen bzw. Anforderungen siehe Kapitel 3.3.5 und 3.3.8). Den Grad der Überlappung kann man bestimmen, indem man die Anzahl der gleichen Unterelemente in Beziehung setzt zu der Anzahl aller Unterelemente einer Anforderung.

Sei

- $AM := (\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems mit $A_i, A_j \in \underline{A}$;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM .
- $\lambda \in [0..1]$ der maximal erlaubte Anteil der gleichen Unterelemente an allen Unterelementen.

Definition 3-32: E-Überlappungsarmut.

$$G \text{ ist E-überlappungsarm} \iff \forall u_i, u_j \in \underline{Z} \cup \underline{A} : |\text{succ}(u_i) \cap \text{succ}(u_j)| < \lambda * |\text{succ}(u_i)|$$

Wird λ z.B. auf 0.5 gesetzt, dann ist der Graph nur E-überlappungsarm, wenn eine beliebige Anforderung nicht mehr als 50% seiner Unterelemente mit einer anderen Anforderung gemeinsam hat.

I-11 betrachtet anders als I-6 nicht nur die Nachfolger eines Knotens, sondern alle Knoten im Graphen. Bei Nichterfüllung von I-6 ist auch I-11 nicht erfüllt.

3.4.4 Beispiel zur Anwendung der Gütekriterien

Abbildung 3-4 zeigt ein Beispiel für den Graphen eines polyhierarchischen Anforderungsmodells. Das Beispiel stellt ein (einfaches) Anforderungsmodell im Rahmen des strategischen Managements (z.B. für ein Rahmenkonzept) vor. Aus Übersichtsgründen sind viele Ziele nur in ein oder zwei exemplarische Anforderungen abgeleitet worden, und die Aufteilung einiger Anforderungen ist nur angedeutet. Die gewählte Numerierung der Anforderungen bildet eine topologische Ordnung.

Zwei vollständige Beispiele für Anforderungsmodelle $(\underline{I}, \underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ finden sich in den Beispielen im Anhang (siehe Kapitel 7 und 9). Bezüglich der Anwendung eines polyhierarchischen Anforderungsmodells (d.h. Festlegen der Gewichtungen auf Basis von \underline{WG} sowie Durchführung der Verrechnungen mit Hilfe der Funktionen $\underline{\alpha}, \beta, \chi$) sei auch hier auf Kapitel 4.3 verwiesen, wo dies ausführlich untersucht wird.

Folgende Elemente sind dargestellt:

Zielvorstellungen: $\underline{Z} := \{\text{Gewährleistung einer hohen Güte der Informationsverarbeitung, Gewährleistung der Verfügbarkeit von Informationen zum Patienten, Gewährleistung der Verfügbarkeit von Informationen zum Kosten- und Leistungsgeschehen, Gewährleistung eines effektiven Controlings, Gewährleistung des Datenschutzes, Zurverfügungstellung einer elektronischen Krankenakte, Gewährleistung der adäquaten Kosten- und Leistungsdokumentation, Gewährleistung der Verfügbarkeit von Bildern, Gewährleistung der Befundübermittlung}\}$

Anforderungen: $\underline{A} := \{\text{Patientenmanagement und Finanzbuchhaltung sollen integriert sein, Kosten und Leistungen sollen transparent sein, Kosten und Leistungen sollen transparent sein, nur berechtigtes Personal soll auf med. Informationen zugreifen können, med. Informationen eines Patienten sollen klinikumsweit für alle zur Verfügung stehen, Befunde sollen rechtzeitig auf Station vorliegen, die Zuordnung der verursachten Kosten zum Patienten soll möglich sein, Bilder eines Patienten sollen jederzeit klinikumsweit verfügbar sein, die Zuordnung der verursachten Leistungen zum Patienten soll möglich sein, Patientenstammdaten sollen jederzeit klinikumsweit zur Verfügung stehen, Patientenfalldaten sollen jederzeit klinikumsweit zur Verfügung stehen}\}$

Gerichtete Kanten: $BZ := \{(Gewährleistung\ einer\ hohen\ Güte\ der\ Informationsverarbeitung,\ Gewährleistung\ der\ Verfügbarkeit\ von\ Informationen\ zum\ Patienten), (Gewährleistung\ der\ Verfügbarkeit\ von\ Informationen\ zum\ Patienten,\ Gewährleistung\ des\ Datenschutzes), (Gewährleistung\ des\ Datenschutzes,\ nur\ berechtigtes\ Personal\ soll\ auf\ med.\ Informationen\ zugreifen\ können), \dots\}^3$

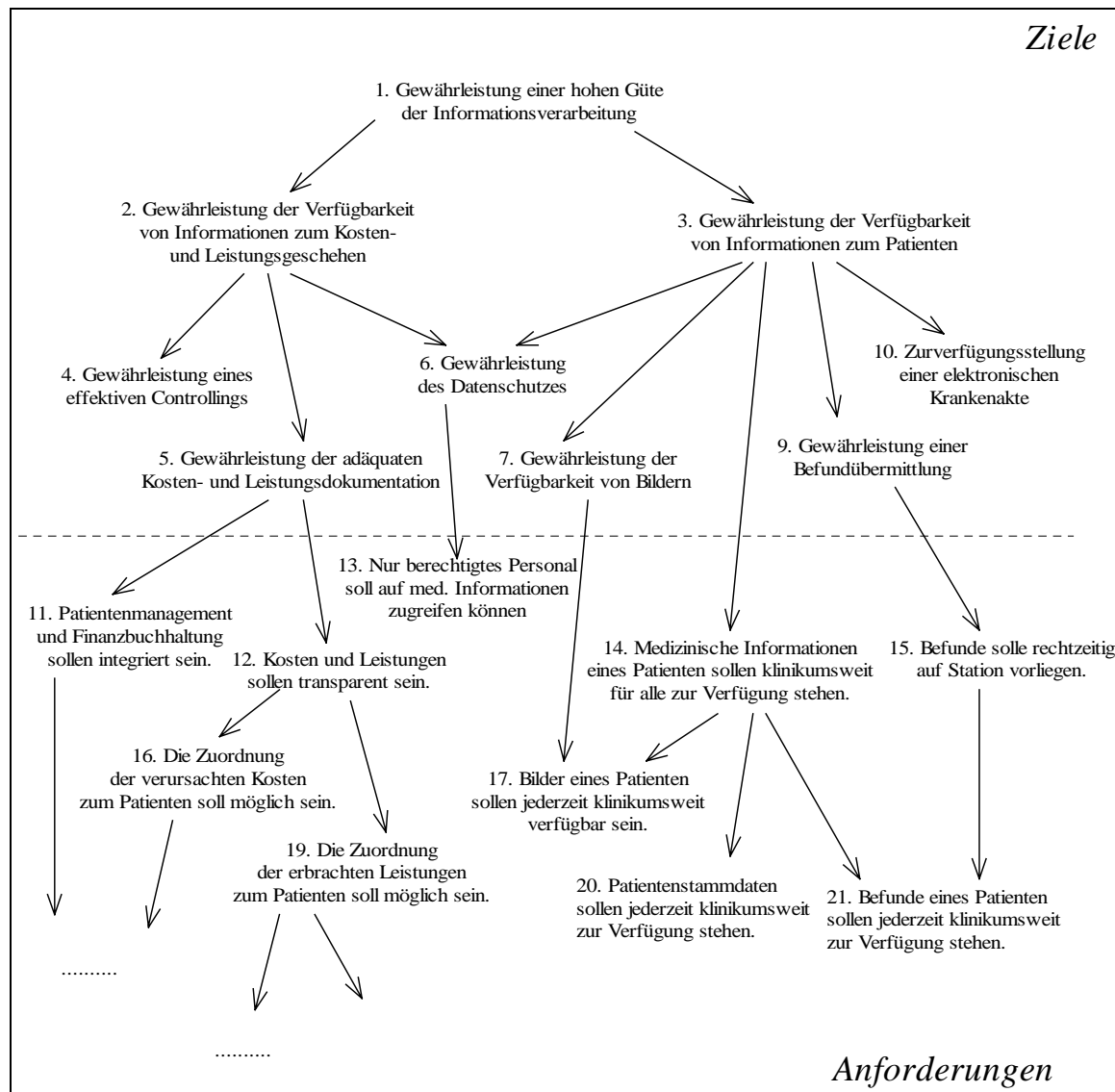


Abbildung 3-4: Beispiel für einen Graphen eines polyhierarchischen Anforderungsmodells (1).

Dieser Graph soll nun zunächst auf seine Güte hin überprüft werden.

³ Auf eine vollständige Auflistung wird aus Platzgründen verzichtet.

Tabelle 3-7 zeigt die Ergebnisse der Überprüfung der strukturellen Gütekriterien S-1 bis S-8.

<i>Gütekriterium</i>	<i>Erfüllt?</i>	<i>Bemerkung</i>
S-1 (Wurzelgraph)	ja	Es gibt nur eine Wurzel
S-2 (Zyklenfreiheit)	ja	Es gibt keinen Zyklus
S-3 (Sehnenfreiheit)	ja	Es gibt keine Sehnen
S-4 (Z-Korrektheit)	nein	Knoten 3 hat sowohl Ziele als auch Anforderungen als Unterelemente
S-5 (A-Korrektheit)	ja	Anforderungen haben Anforderungen als Unterelemente
S-6 (Topologische Ordnung)	ja	Die Knoten haben eine topologische Ordnung
S-7 (O-Zahlgleichheit)	ja	Die Anzahl der Oberelemente bewegt sich zwischen eins und zwei
S-8 (U-Zahlgleichheit)	im wesentlichen	Die Anzahl der Unterelemente bewegt sich zwischen eins und drei

Tabelle 3-7: Beispiel für die Überprüfung der strukturellen Gütekriterien.

Tabelle 3-8 zeigt die Ergebnisse der Überprüfung der inhaltlichen Gütekriterien I-1 bis I-11.

<i>Gütekriterium</i>	<i>Erfüllt?</i>	<i>Bemerkung</i>
I-1 (Z-Widerspruchsfreiheit)	ja	Es gibt keine widersprüchlichen Ziele
I-2 (A-Widerspruchsfreiheit)	nein	Anforderungen 13 und 14 widersprechen sich. Sie haben das gleiche Bewertungskriterium "Verfügbarkeit von medizinischen Informationen", aber unterschiedliche Sollwerte ("nur für Berechtigte", "für alle")
I-3 (Z-Minimalität)	ja	Es gibt keine synonymen Ziele
I-4 (A-Minimalität)	ja	Es gibt keine synonymen Anforderungen
I-5 (U-Korrektheit)	nein	A21 ist nicht hyponym zu seinem Oberelement A15, da das (im Namen implizierte) Bewertungskriterium von A21 ("Verfügbarkeit von Befunden") nicht Teil des Bewertungskriteriums A15 ("Rechtzeitigkeit der Befundübermittlung") ist
I-6 (U-Überlappungsfreiheit)	nein	A17 und A21 sind kohyponym, da "Bilder" eines Patienten (A17) als Teil von "Befunden" (A21) angesehen werden können. A17 ist damit eigentlich hyponym zu A21
I-7 (U-Summengleichheit)	nein	Die Vereinigung der Unterelemente von A9 (hier nur ein Unterelement, nämlich A15), ist nicht synonym zu A9. So fehlen z.B. Kriterien zur Möglichkeit einer Befundübermittlung und zur Korrektheit einer Befundübermittlung
I-8 (U-Gleichdetailliertheit)	ja	Unterelemente sind jeweils insgesamt gleich detailliert
I-9 (O-Gleichdetailliertheit)	ja	Oberelemente sind jeweils insgesamt gleich detailliert
I-10 (I-Korrekt-detailliertheit)	im wesentlichen	A14 und A15 haben eine unterschiedlich lange Entfernung zur Wurzel, sind aber gleich detailliert
I-11 (E-Überlappungsarmut)	nein	A17 und A21 sind kohyponym

Tabelle 3-8: Beispiel für die Überprüfung der inhaltlichen Gütekriterien.

Die Beispiele S-8 und I-10 machen deutlich, daß es teilweise schwierig ist, die Erfüllung oder Nichterfüllung von Gütekriterien immer exakt festzulegen. Dies betont auch die Tatsache, daß Gütekriterien nicht zur exakten Fehlererkennung, sondern als Hinweis auf mögliche Fehler im Modell eingesetzt werden sollten. Das Erkennen von möglichen Problemfällen unterstützt dabei die kritische Betrachtung des Modells. Durch eventuelle Korrektur von Fehlern und Unklarheiten im Modell kann ein höherer Grad der Qualität erreicht werden. Das Vorgehen bei der Korrektur von Gütekriterien wird im Detail in Kapitel 4.1.4 beschrieben.

Insgesamt sind fünf Gütekriterien nicht erfüllt. Sie können korrigiert werden, so daß ein Graph eines Anforderungsmodells entsteht, der alle strukturellen und inhaltlichen Gütekriterien erfüllt.

Abbildung 3-5 stellt ihn grafisch dar. Auf eine formale Beschreibung wird im Rahmen dieses Beispiels verzichtet.

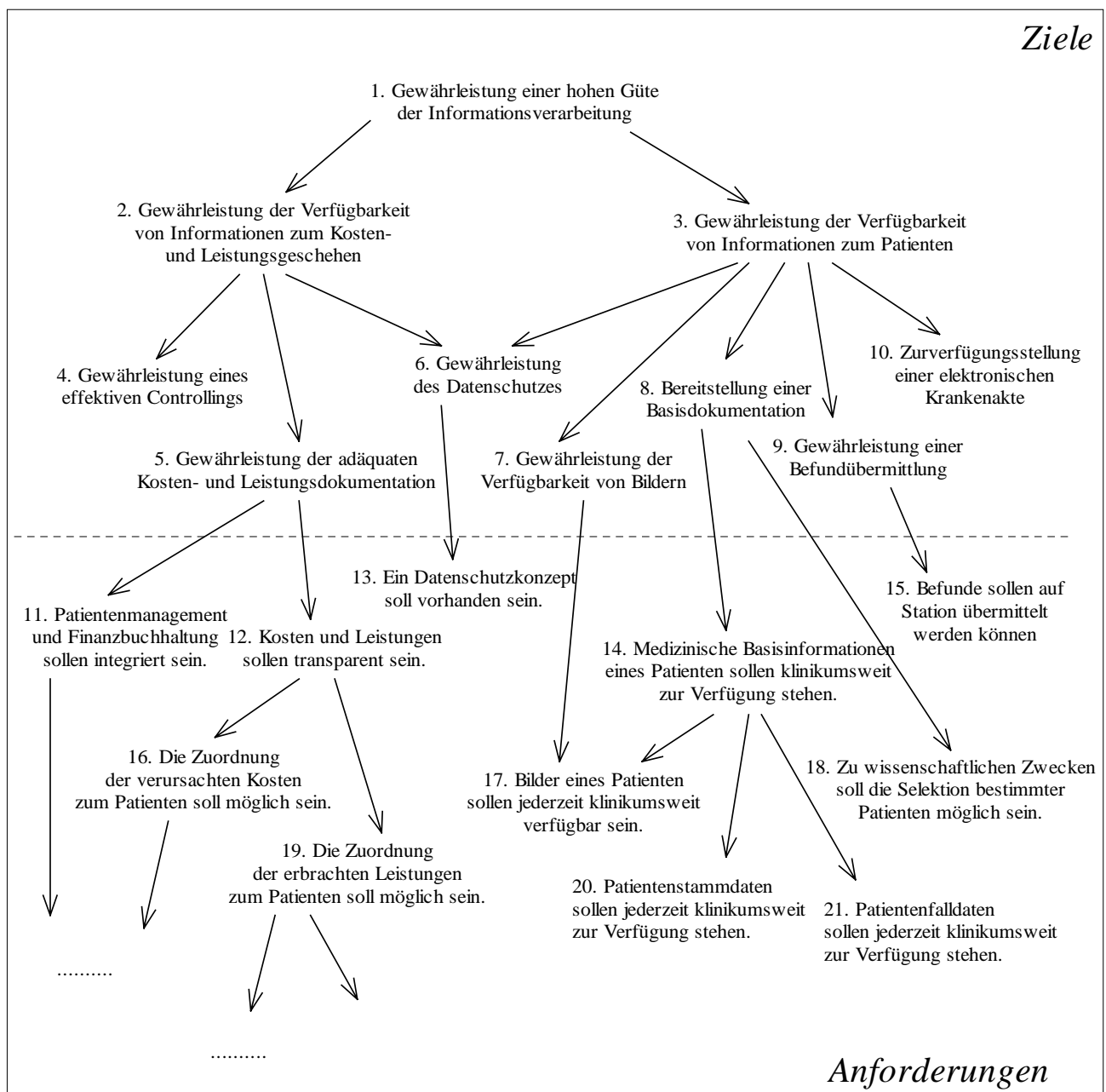


Abbildung 3-5: Beispiel für einen Graphen eines polyhierarchischen Anforderungsmodells (2).

Dieses nun korrigierte Beispiel macht noch folgende Aspekte deutlich:

- Die Wurzel des Graphen stellt das übergeordnete strategische Ziel dar. [Martin J 1989] nennt es "mission". Es entspricht im allgemeinen der generellen Leitlinie des Unternehmens. Bei Anforderungsmodellen für Informationssysteme kann hier z.B. eine "optimale Güte der Informationsverarbeitung" gefordert werden.
- Der Detaillierungsgrad der Anforderungen hängt vom Einsatzzweck ab. So werden bei Rahmenplanungen die Anforderungen weniger konkretisiert werden als bei Ausschreibungen. Wichtig ist vor allem, daß die Anforderungen in den Blättern des Graphen überprüfbar sind und zur Bewertung im Sinne der gegebenen Fragestellungen beitragen. Damit gilt: Je weiter man sich in Richtung der Blätter bewegt, desto konkreter müssen geforderte Eigenschaften formuliert werden. Die Anforderungen in den Blättern sollten ein konkret überprüfbares Bewertungskriterium haben. Größere Anforderungen auf höheren Hierarchieebenen haben eher allgemeinere Bewertungskriterien. Ist unklar, wie genau eine Anforderung anhand eines gegebenen Bewertungskriteriums überprüft werden kann, ist dies ein Hinweis darauf, daß die Anforderung noch nicht genügend detailliert formuliert wurde, sie ist dann solange zu verfeinern, bis ein konkret überprüfbares Bewertungskriterium ermittelt werden kann.
- Damit hängt auch die Entscheidung, wann man etwas als Ziel und wann als Anforderung formuliert, vom Einsatzzweck ab. So kann die Anforderung "Kosten und Leistungen sollen transparent sein" aus obigem Beispiel in einem anderen Projekt als zentrales Ziel "Kosten- und Leistungstransparenz" auftauchen, von dem sich Unterziele und dann Anforderungen ableiten lassen.
- Der Übergang von Zielen zu Anforderungen muß nicht immer exakt auf der gleichen Hierarchiestufe des Graphen geschehen (wie hier im Beispiel immer zwischen Stufe 3 und 4). Eine größere Asymmetrie des Graphen kann aber eventuell auf ein mangelhaftes Anforderungsmodell mit ungleichmäßiger Verfeinerung der Elemente hindeuten. Diese und ähnliche Aspekte werden als Gütekriterien in Kapitel 3.4.3 untersucht.
- Die Anforderungen in den Blättern sind letztlich die, welche in Pflichtenheften oder Bewertungsschecklisten erscheinen werden. Vor einer konkreten Verwendung für Planungen und Bewertungen müssen die Anforderungen in den Blättern aber ausformuliert werden - so sind, wie in Kapitel 3.3 beschrieben, neben einer näheren Erläuterung auch das konkrete Bewertungskriterium, die mögliche und gewünschte Ausprägung sowie die Gewichtung anzugeben. Für die Anforderung "Befunde sollen rechtzeitig auf Station vorliegen" könnte z.B. das Bewertungskriterium lauten: "Dauer zwischen Befundung und Verfügbarkeit des Befundes auf einer Station", die mögliche Ausprägung ist eine beliebige positive Anzahl von Minuten, die gewünschte Ausprägung z.B. "< 360 Min.". Für alle Anforderungen, welche keine Blätter sind, genügen als Eigenschaften Name, Erläuterung, Gewichtung und Bewertung (äquivalent zu den Eigenschaften der Ziele).
- Grundidee jeder Bewertung ist, daß die Bewertungen der Teilelemente verrechnet werden zur Bewertung des Oberelements. Im Falle des Graphen werden die Blätter bewertet, und daraus können Bewertungen der Oberelemente (sowohl der Anforderungen als auch letztlich der Ziele) mit Hilfe der Verrechnungsfunktion χ errechnet werden. Im einfachsten Fall sieht die Berechnung so aus, daß ein Oberelement dann erfüllt ist, wenn alle Teilelemente erfüllt sind. Komplexere Bewertungen sind dann sinnvoll, wenn verschiedene Alternativen verglichen werden sollen.
- Die Art der Darstellung im Graphen ermöglicht eine einfache Ableitung der zu einem bestimmten Ziel gehörenden Teilziele und Anforderungen. Hierzu muß einfach der Teilgraph herausgenommen werden, welcher das betrachtete Ziel als Wurzel enthält.

Diese Beobachtungen bei der Nutzung polyhierarchischer Anforderungsmodelle, z.B. zu Bewertungszwecken, werden im Detail in Kapitel 4.1 untersucht.

3.4.5 Zusammenfassung und Bewertung

Eine Definition eines polyhierarchischen Anforderungsmodells wurde vorgestellt. Dieses beruht auf der gemeinsamen Darstellung von Zielen und Anforderungen innerhalb eines gerichteten Graphen. Ein Beispiel hierzu wurde präsentiert. Damit sind nun polyhierarchische Anforderungsmodelle formal definiert. Es wurden strukturelle und inhaltliche Gütekriterien für Graphen von Anforderungsmodellen vorgestellt, welche Anforderungen an die Struktur und den Inhalt eines solchen Graphen formulieren. Die Überprüfung der Gütekriterien kann Hinweise auf mögliche Qualitätsmängel beim betrachteten Modell geben.

Die Stärke dieses polyhierarchischen Ansatzes liegt in der Mächtigkeit der Ausdrucksmöglichkeiten. Durch die Möglichkeit zur Hierarchisierung kann bei der Erstellung eines Anforderungsmodells schrittweise vom "Groben" zum "Feinen" vorgegangen werden. Der endgültige Detaillierungsgrad des Anforderungsmodells kann im Laufe der Modellierung bestimmt werden.

Problematisch kann die mit Anzahl der Elemente ansteigende Komplexität des Modells sein, welche eine grafische Darstellung des Modells immer schwieriger macht. Bei komplexeren Modellen sollte zur Präsentation auf andere Darstellungsformen wie z.B. Tabellen zurückgegriffen werden.

Das konkrete Vorgehen beim systematischen Aufstellen von polyhierarchischen Anforderungsmodellen sowie Hinweise zur Überprüfung und ggf. Korrektur von Gütekriterien werden im folgenden Kapitel untersucht. Konkrete Beispiele für polyhierarchische Anforderungsmodelle werden anschließend in Kapitel 5 aufgestellt.

3.5 Zusammenfassung

Das in dieser Arbeit vorgestellte polyhierarchische Anforderungsmodell geht davon aus, daß sich Anforderungen systematisch aus den Zielen ableiten lassen, welche von Interessengruppen vertreten werden. Mittels struktureller und inhaltlicher Gütekriterien kann die Qualität des entstandenen Anforderungsmodells überprüft werden.

Aus dem Ansatz wird deutlich, daß ein Anforderungsmodell nie vollständig oder allgemeingültig sein kann. Ein Modell beschreibt vielmehr gerade die Ziele und Anforderungen, welche der Modellierer bzw. die dahinterstehende Interessengruppe als relevant erachtet. Je nach Interessengruppe ändert sich notwendigerweise der Inhalt der Anforderungsmodelle. Daher ist es essentiell, daß die Ziele in einem Anforderungsmodell enthalten sind - nur so ist es möglich, auf den Einsatzzweck und die Interessengruppen zu schließen, welche das Modell geprägt haben, und nur so kann man entscheiden, ob das Modell auch für den eigenen Einsatzzweck tauglich ist.

Die Verwendung polyhierarchischer Anforderungsmodelle soll die Darstellung von Anforderungen vergleichbar und überprüfbar machen. Hierzu reicht die formale Vorstellung von Syntax und Semantik eines Anforderungsmodells aber nicht aus. Vielmehr müssen zusätzlich Hinweise zu ihrer sinnvollen und systematischen Anwendung gemacht werden. Dies erfolgt im nächsten Kapitel.

4 Eine 10-Schritt-Methode zur Erstellung und Anwendung konkreter Anforderungsmodelle

Im folgenden werden jetzt auf Basis der Ausführungen aus Kapitel 3 die einzelnen Schritte einer Anforderungsmodellierung näher untersucht.

Kapitel 4.1 untersucht dabei die systematische Ermittlung von Anforderungen, Kapitel 4.2 ihre Darstellung und Kapitel 4.3 ihre Anwendung. Das systematische Vorgehen wird dann in Kapitel 4.4 zu einer "10-Schritt-Methode zur Anforderungsmodellierung" zusammengefaßt.

4.1 Ermittlung der Anforderungen

Voraussetzung für die Ermittlung der Anforderungen ist das Festhalten des Anwendungszweckes sowie die Aufstellung der Ziele. Aus diesen können dann die Anforderungen abgeleitet werden.

4.1.1 Festhalten von Interessengruppe und Anwendungszweck

Wie bei jedem zielgerichteten Projekt sollte auch bei der Anforderungsmodellierung zunächst festgehalten werden, aus wessen Sicht das Anforderungsmodell erstellt wird (die Interessengruppe(n)), und aus welchem Grund es erstellt wird (der Anwendungszweck).

Das Wissen um die Interessengruppen ist dabei Voraussetzung für eine zielgerichtete Erstellung des Anforderungsmodells. Der Anwendungszweck wiederum gibt Hinweise für die passende Detailliertheit des Modells. Beide zusammen ermöglichen eine passende Wahl des Wurzelziels sowie eine adäquate Ableitung der weiteren Teilziele und Anforderungen.

So ergibt sich aus dem Anwendungszweck "Auswahl eines Pflegedokumentationssystems" und der Interessengruppe "Pflegekräfte" sinnvollerweise das Wurzelziel "Optimale Unterstützung der Pflegedokumentation". Bei gleichem Anwendungszweck, aber der Interessengruppe "Pflegermanagement" wäre ein sinnvolles Wurzelziel z.B. "Optimale Übersicht über pflegerische Leistungen".

Tabelle 4-1 gibt einen Überblick über mögliche Anwendungszwecke von Anforderungsmodellen (basierend auf den Ausführungen in Kapitel 2.6 und 2.7) und dem daraus resultierenden sinnvollen Aufbau des Anforderungsmodells.

<i>Managementebene</i>	<i>Allgemeiner Einsatzbereich</i>	<i>Konkreter Anwendungszweck</i>	<i>Möglicher Aufbau des Anforderungsmodells</i>
Strategisch	Planung	Rahmenplanung: Beschreibung des Soll-Zustands eines Informationssystems	Zielhierarchie geht von allgemeinen Leitlinien des Krankenhauses aus Anforderungen werden eher grob beschrieben, häufig ohne konkrete Nennung von Bewertungskriterien
	Überwachung	Vergleich Ist-Zustand eines Informationssystems mit Soll-Zustand	wie bei Planung (s.o.) Anforderungen müssen hier aber operationalisiert sein, um sie überprüfen zu können je nach Überwachungsziel wird ein Teil des Anforderungsmodells hierzu weiter verfeinert
Taktisch	System-	Vergleich Ist-Zustand	Zielhierarchie geht von Fragestellung der

<i>Managementebene</i>	<i>Allgemeiner Einsatzbereich</i>	<i>Konkreter Anwendungszweck</i>	<i>Möglicher Aufbau des Anforderungsmodells</i>
	Bewertung	einer Informationssystemkomponente mit einem Soll-Zustand	Bewertung aus Anforderungen müssen konkret sein mit überprüfbaren Bewertungskriterien
	Systemauswahl	Vergleich von Informationssystemkomponenten	Zielhierarchie orientiert sich an Wünschen der zukünftigen Anwender Zielkonflikte müssen besonders beachtet werden Anforderungen müssen quantifizierbar sein mit überprüfbaren Bewertungskriterien Verrechnungsfunktionen, KO-Kriterien und Gewichtungen müssen vollständig angegeben sein
	Systementwicklung	Aufstellen eines Pflichtenhefts/ Systemspezifikation	Schwerpunkt liegt hier auf den funktionalen ("fachlichen") Anforderungen

Tabelle 4-1: Zusammenhang zwischen Anwendungszweck und Aufbau von Anforderungsmodellen.

Es wird folgendes deutlich: je weiter man sich vom strategischen zum taktischen Management bewegt, desto mehr verschiebt sich der Schwerpunkt von den Zielen zu den Anforderungen, desto deutlicher müssen Anforderungen überprüfbar sein, und umso eingeschränkter ist die Blickrichtung (z.B. auf einen bestimmten Teilaspekt des Anforderungsmodells).

Unter Berücksichtigung des Einsatzzwecks kann dann jedes erstellte Anforderungsmodell auch als Referenzmodell in anderen Bereichen (z.B. anderen Krankenhäusern) dienen.

4.1.2 Aufstellung der Ziele

Umfang und Detailliertheit des Zielmodells

Nach Festhalten des Einsatzzwecks sind als nächstes die Ziele aufzustellen. Je nach Einsatzzweck sind sie verschieden detailliert und ausführlich zu nennen. Es ist sinnvoll, sich zunächst Gedanken zu machen über den geplanten Umfang und die geplante Detailliertheit des Zielmodells. Folgende Fragen sollten geklärt werden:

- Wieviele Ziele sollen insgesamt ausgeführt werden? (Maß für den Umfang des Zielmodells)
- Wieviele Unterteilungen der Ziele sollen maximal vorgenommen werden, wieviele Gliederungsebenen sollen entstehen? (Maß für die Detailliertheit des Zielmodells)

Sowohl Umfang als auch Detailliertheit des Zielmodells hängen vom Einsatzzweck ab. Im allgemeinen wird man im strategischen Management einen geringeren Umfang und eine geringere Detailliertheit des Zielmodells wählen, während im taktischen Management der Umfang und die Detailliertheit höher sein werden. Je umfangreicher und detaillierter das Zielmodell wird, desto unübersichtlicher kann es werden. Es ist daher darauf zu achten, daß nur die Ziele in das Zielmodell aufgenommen werden, welche für den Anwendungszweck relevant sind.

Quellen

Die Ziele werden zunächst auf Basis des Verfahrens bzw. der Verfahren ermittelt, welche betrachtet werden. So können die Ziele eines Pflegedokumentationssystems aus den Zielen des Verfahrens "Pflegedokumentation" ermittelt werden. Diese so ermittelten "Verfahrensziele" werden später überwiegend abgebildet in *funktionale Anforderungen* - so wird das Ziel "Ermöglichung einer patientenbezogenen Pflegeplanung" auf die funktionale Anforderung "Pflegethemen können erfasst werden" abgebildet.

Bei der Nutzung von Anforderungsmodellen zur Bewertung oder Auswahl konkreter Werkzeuge der Informationsverarbeitung kommen zu diesen "funktionalen" Zielen noch weitere Ziele wie Benutzerfreundlichkeit, Integrationsfähigkeit, Verfügbarkeit von Schnittstellen, schnelle Antwortzeiten etc. hinzu. Dies sind Ziele des Werkzeuges (und nicht des eigentlichen Verfahrens) und werden später auf *nichtfunktionale Anforderungen* abgebildet (z.B. "Die Zugriffszeit auf einen Pflegeplan soll weniger als 5 Sekunden betragen").

Für die Ermittlung von (funktionalen oder nichtfunktionalen) Zielen stehen beispielhaft folgende Quellen zur Verfügung:

- intern: Leitlinien des Krankenhauses, Rahmenkonzept, Experten- und Benutzerbefragungen, Stark- und Schwachstellenanalysen, Jahresbericht, Verwaltungsberichte;
- extern: Fachliteratur, Arbeiten von Fachgesellschaften, Zielkataloge anderer Krankenhäuser, frühere Auswahl- und Antragsprojekte anderer Krankenhäuser, Unterlagen von Anbietern, gesetzliche Vorgaben.

Tabelle 4-2 zeigt einen Überblick über publizierte Zielmodelle, weitere Quellen wurden in Kapitel 2 genannt. Ausführliche Beispiele für Zielmodelle finden sich auch in Kapitel 5.

Anwendungszweck	Quelle	Aufbau
Rahmenplanung eines Krankenhausinformationssystems	[Klinikum Leipzig 1996] (S. 26 ff.)	2 Hierarchieebenen mit 12 Oberzielen und 15 Teilzielen
	[Klinikum Heidelberg 1997]	1 Hierarchieebene mit 6 Zielen
	[DFG 1995] (S. 29)	1 Hierarchieebene mit 11 Zielen
Auswahl von Pflegeinformationssystemen	[GMDS et al. 1996] (S. 2 ff.)	2 Hierarchieebenen mit 3 Oberzielen und 10 Teilzielen
Auswahl eines Dienstplanprogrammes	[Agnes Karll Institut für Pflegeforschung 1995] (S. 158)	2 Hierarchieebenen mit 4 Oberzielen und 19 Teilzielen

Tabelle 4-2: Beispiele für vorhandene Zielmodelle.

Modellierung

Eine wesentliche Aufgabe der Modellierung der Zielhierarchie (kurz "Zielmodellierung") ist die Unterteilung von Zielen in Teilziele. Für eine durchgehend formale Unterstützung bietet die Zieldefinition in Definition 3-5 nicht genügend Ansatzpunkte. Folgende Hinweise bei der Aufstellung der Zielhierarchie sollten aber sinnvollerweise berücksichtigt werden:

- Die Unterteilung sollte immer die Interessengruppe und den Anwendungszweck des Anforderungsmodells im Blick haben.
- Die Namen der Ziele sollten knapp und eindeutig gewählt werden entsprechend den Hinweisen in Tabelle 3-1.
- Jedes Ziel kann um eine Erläuterung ergänzt werden, welche die Quelle angibt (also z.B. die Interessengruppe), und welche den Inhalt des Zieles ausführlicher erläutert.

- Bei der Aufteilung der Ziele sollte "top-down" vorgegangen werden. Dabei werden zunächst alle Ziele der betrachteten Hierarchieebene in Teilziele untergliedert, und dieses Vorgehen dann für alle Teilziele der nächsten Ebene wiederholt.
- Nach Kapitel 3.4.2 darf ein polyhierarchisches Anforderungsmodell nur eine Wurzel haben. In den Fällen, in denen mehrere Ziele Startpunkt der Untergliederung sind, aber alle daraus entstehenden Teilbäume gemeinsam in einem Anforderungsmodell dargestellt werden sollen (z.B. bei der Auswahl eines Anwendungssystems anhand unterschiedlicher Aspekte), kann das Wurzelziel aus der Vereinigung dieser Ziele generiert werden. Seien z.B. die Ausgangsziele "optimale Unterstützung der Pflegedokumentation" und "optimale Qualität der Pflegedokumentation", dann lautet das Wurzelziel: "Optimale Unterstützung *und* optimale Qualität der Pflegedokumentation".
- Ein Ziel sollte der Übersichtlichkeit halber nur in eine begrenzte Anzahl von Teilzielen zerlegt werden. Die Anzahl der Teilziele N ergibt sich aus dem geplanten Umfang U und Detaillierungsgrad D des Zielmodells nach der Formel: $N \approx \lfloor \sqrt[D]{U} \rfloor$
- Üblicherweise ist es sinnvoll, daß jedes Ziel in etwa die gleiche Anzahl an Teilzielen hat (Gütekriterium S-8). Ausnahmen sind denkbar, um Teilaspekte im Modell zu betonen.
- Die Ziele sollten die inhaltlichen Gütekriterien aus 3.4.3 erfüllen. Dabei können I-5 (U-Korrektheit), I-6 (U-Überlappungsfreiheit), I-7 (U-Summengleichheit), I-8 (U-Gleichdetailliertheit) und I-3 (Z-Minimalität) direkt bei der Unterteilung eines Zieles in Unterziele berücksichtigt werden.
- Die übrigen inhaltlichen Gütekriterien sollten jeweils nach Abschluß der Unterteilung eines Oberziels geprüft werden (siehe hierzu auch Kapitel 4.1.4).

Tabelle 4-3 stellt die Vorgehensweise bei der Aufstellung der Zielhierarchie als Algorithmus in Form eines Struktogrammes (Nassi-Shneiderman-Diagramm, nach [Schneider H-J 1997]) dar.

Lege fest: U = Umfang des Zielmodells; D = Detailliertheit des Zielmodells
Bestimme $N = \lfloor \sqrt[D]{U} \rfloor$ als ungefähre Anzahl der Teilziele je Ziel
Trage ein Wurzelziel W ein
Wiederhole für jede geplante Gliederungsebene E_i ($i=1..D$)
Wiederhole für jedes Z aus der Gliederungsebene E_i
Wiederhole, bis Qualität des Zielmodells zufriedenstellend
Teile Z in ($\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unterziele $U_1 - U_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $U_1 - U_N$ sind hyponym zu Z (I-5) • $U_1 - U_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $U_1 - U_N$ sind in der Summe synonym zu Z (I-7) • $U_1 - U_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8)
Wiederhole für alle U_i
Wenn U_i noch nicht im Zielmodell vorhanden ist (I-3), trage es als neues Ziel ein
Trage U_1 als Teilziel von Z in der Gliederungsebene E_{i+1} ein
Prüfe die Qualität des bisherigen Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)
Vergebe geeignete Indizes in topologischer Ordnung für alle Elemente

Tabelle 4-3: Ablauf bei der Aufstellung der Zielhierarchie in einem polyhierarchischen Anforderungsmodell.

4.1.3 Ableitung der Anforderungen

Umfang und Detailliertheit des Anforderungsmodells

Aus dem aufgestellten Zielmodell werden im nächsten Schritt die Anforderungen abgeleitet. Hierbei ist darauf zu achten, daß nur die Anforderungen in das Modell aufgenommen werden, welche beim geplanten Anwendungszweck von Bedeutung sind. Die Namen der Anforderungen sollten eindeutig gewählt und knapp formuliert werden.

Auch bei den Anforderungen muß ein Kompromiß zwischen Übersichtlichkeit und Detailliertheit des Modells gefunden werden, wobei die Berücksichtigung des Anwendungszwecks sowie die entsprechenden Überlegungen bei den Zielen helfen kann. Auch hier ist es hilfreich, vorab folgende Fragen zu klären:

- Wieviele Anforderungen sollen insgesamt ausgeführt werden? (Maß für den Umfang des Anforderungsmodells)
- Wieviele Gliederungsebenen von Anforderungen sollen aufgestellt werden? (Maß für die Detailliertheit des Anforderungsmodells)

Die Frage, wann man von Zielen zu Anforderungen wechselt, ist nicht allgemein zu beantworten, da sie vom Anwendungszweck des Modells abhängt. Es ist aber sinnvoll, den Wechsel von Zielen zu Anforderungen innerhalb der gleichen Gliederungsebenen erfolgen zu lassen.

Modellierung

Wie schon bei der Zielhierarchie gilt auch für die Hierarchie der Anforderungen bei polyhierarchischen Anforderungsmodellen:

- Die Unterteilung sollte immer die Interessengruppe und den Anwendungszweck des Anforderungsmodells im Blick haben.
- Die Namen der Anforderungen sollten knapp und eindeutig gewählt werden entsprechend den Hinweisen in Tabelle 3-1.
- Jede Anforderung kann um eine Erläuterung ergänzt werden, welche ihren Inhalt ausführlicher erläutert.
- Bei der Aufteilung der Anforderungen sollte "top-down" vorgegangen werden. Dabei werden zunächst alle Anforderungen der betrachteten Hierarchieebene in Teilanforderungen untergliedert, und dieses Vorgehen dann für alle Teilanforderungen der nächsten Ebene wiederholt.
- Eine Anforderung sollte der Übersichtlichkeit halber nur in eine begrenzte Anzahl von Teilanforderungen zerlegt werden. Die Anzahl der Teilanforderungen ergibt sich aus dem geplanten Umfang und der geplanten Detailliertheit des Anforderungsmodells (s.o.).
- Üblicherweise ist es sinnvoll, daß jede Anforderung in etwa die gleiche Anzahl an Teilanforderung hat (Gütekriterium S-8). Ausnahmen sind denkbar, um Teilaspekte im Modell zu betonen.
- Die Anforderungen sollten die inhaltlichen Gütekriterien aus Kapitel 3.4.3 erfüllen. Dabei können I-5 (U-Korrektheit), I-6 (U-Überlappungsfreiheit), I-7 (U-Summengleichheit), I-8 (U-Gleichdetailliertheit) und I-4 (A-Minimalität) gleich bei der Unterteilung eines Zieles in Unterziele berücksichtigt werden.
- Die übrigen inhaltlichen Gütekriterien sollten jeweils nach Abschluß der Unterteilung eines Elements geprüft werden.

Zusätzlich gilt für die Gliederung der Anforderungen:

- Mit wachsender Verfeinerung der Anforderungen müssen diese immer konkreter überprüfbar werden. Dies kann sich z.B. in einer Präzisierung des Bewertungskriteriums zeigen.
- Anforderungen in den Blättern sollten ein konkret überprüfbares Bewertungskriterium enthalten.

- Die Anforderungen in den Blättern müssen von ihrem Detaillierungsgrad dem Anwendungszweck entsprechen, das heißt: Je detaillierter der Anwendungszweck, desto feiner die Anforderungen (vgl. Tabelle 4-1). Bei der Nutzung für eine Systemauswahl müssen Blattanforderungen z.B. die gewünschte Ausprägung enthalten, bei Rahmenplänen nicht.

Tabelle 4-4 stellt die Vorgehensweise bei der Aufstellung der Anforderungshierarchie als Struktogramm zusammen.

Lege fest: U = Umfang des Anforderungsmodells; D = Detailliertheit des Anforderungsmodells								
Bestimme $N = \sqrt[D]{U}$ = Anzahl der Teilanforderungen je Ziel								
Wiederhole für alle Ziele der untersten Gliederungsebene <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wiederhole, bis Qualität des Anforderungsmodells zufriedenstellend <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Nimm das nächste noch nicht unterteilte Ziel Z.</td> </tr> <tr> <td>Teile Z in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Anforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu Z (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu Z (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) </td> </tr> <tr> <td>Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells P (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Wiederhole, bis Qualität des Anforderungsmodells zufriedenstellend <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Nimm das nächste noch nicht unterteilte Ziel Z.</td> </tr> <tr> <td>Teile Z in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Anforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu Z (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu Z (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) </td> </tr> <tr> <td>Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells P (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)</td> </tr> </table>	Nimm das nächste noch nicht unterteilte Ziel Z .	Teile Z in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Anforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu Z (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu Z (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) 	Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table>	Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein	Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein	Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells P (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)	
Wiederhole, bis Qualität des Anforderungsmodells zufriedenstellend <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Nimm das nächste noch nicht unterteilte Ziel Z.</td> </tr> <tr> <td>Teile Z in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Anforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu Z (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu Z (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) </td> </tr> <tr> <td>Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells P (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)</td> </tr> </table>	Nimm das nächste noch nicht unterteilte Ziel Z .	Teile Z in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Anforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu Z (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu Z (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) 	Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table>	Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein	Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein	Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells P (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)		
Nimm das nächste noch nicht unterteilte Ziel Z .								
Teile Z in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Anforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu Z (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu Z (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) 								
Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table>	Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein	Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein						
Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein								
Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein								
Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells P (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)								
Wiederhole für alle Gliederungsebenen E_i ($i=1..D$) <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wiederhole für alle A aus der Gliederungsebenen E_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wiederhole, bis Qualität des Anforderungsmodells zufriedenstellend <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Teile A in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unteranforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu A (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu A (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) </td> </tr> <tr> <td>Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Vergebe geeignete Indizes in topologischer Ordnung für alle Elemente</td> </tr> </table>	Wiederhole für alle A aus der Gliederungsebenen E_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wiederhole, bis Qualität des Anforderungsmodells zufriedenstellend <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Teile A in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unteranforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu A (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu A (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) </td> </tr> <tr> <td>Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Wiederhole, bis Qualität des Anforderungsmodells zufriedenstellend <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Teile A in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unteranforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu A (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu A (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) </td> </tr> <tr> <td>Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)</td> </tr> </table>	Teile A in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unteranforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu A (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu A (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) 	Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table>	Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein	Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein	Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)	Vergebe geeignete Indizes in topologischer Ordnung für alle Elemente
Wiederhole für alle A aus der Gliederungsebenen E_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wiederhole, bis Qualität des Anforderungsmodells zufriedenstellend <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Teile A in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unteranforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu A (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu A (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) </td> </tr> <tr> <td>Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Wiederhole, bis Qualität des Anforderungsmodells zufriedenstellend <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Teile A in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unteranforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu A (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu A (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) </td> </tr> <tr> <td>Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)</td> </tr> </table>	Teile A in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unteranforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu A (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu A (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) 	Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table>	Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein	Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein	Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)		
Wiederhole, bis Qualität des Anforderungsmodells zufriedenstellend <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Teile A in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unteranforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu A (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu A (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) </td> </tr> <tr> <td>Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)</td> </tr> </table>	Teile A in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unteranforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu A (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu A (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) 	Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table>	Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein	Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein	Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)			
Teile A in $(\lfloor N/2 \rfloor$ bis $2N$) Unteranforderungen $A_1 - A_N$ so daß gilt: <ul style="list-style-type: none"> • $A_1 - A_N$ sind hyponym zu A (I-5) • $A_1 - A_N$ sind nicht kohyponym (I-6) • $A_1 - A_N$ sind in der Summe synonym zu A (I-7) • $A_1 - A_N$ haben in etwa den gleichen Detaillierungsgrad (I-8) 								
Wiederhole für alle A_i <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein</td> </tr> <tr> <td>Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein</td> </tr> </table>	Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein	Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein						
Wenn A_i noch nicht im Anforderungsmodell vorhanden ist (I-4), trage es als neue Anforderung ein								
Trage A_i als Teilanforderung von A in der Gliederungsebene E_{i+1} ein								
Prüfe die Qualität des bisher erstellten Gesamtmodells (S-1 bis S-8, I-1 bis I-11)								
Vergebe geeignete Indizes in topologischer Ordnung für alle Elemente								

Tabelle 4-4: Ablauf bei der Aufstellung der Anforderungshierarchie in einem polyhierarchischen Anforderungsmodell.

Details zur Überprüfung der Qualität des Anforderungsmodells finden sich in Kapitel 4.1.4.

4.1.4 Überprüfung der Qualität des Anforderungsmodells

Nach jedem Schritt der Anforderungsmodellierung muß die Qualität des entstandenen Modells anhand der strukturellen und inhaltlichen Gütekriterien überprüft und ggf. korrigiert werden, bevor zum nächsten Schritt übergegangen wird. Ansonsten würden notwendige Korrekturen des Modells zu komplex werden - so sind benachbarte bzw. ober-/untergeordnete Elemente häufig ebenfalls von Änderungen betroffen, was sich zyklisch durch große Teile des Modells fortsetzen kann. Nur durch ständige Überprüfung und Korrektur läßt sich von Beginn an ein qualitativ zufriedenstellendes Modell erhalten.

Überprüfung der strukturellen Gütekriterien

Tabelle 4-5 stellt die zu überprüfenden strukturellen Gütekriterien für Anforderungsmodelle dar. Es wird jeweils angegeben, ob es bei Befolgung der vorgestellten Vorgehensweise aus Kapitel 4.1.2 und 4.1.3 automatisch erfüllt ist. Ebenso ist angegeben, ob eine Verletzung automatisch erkennbar ist, wie ggf. Korrekturen aussehen können und ob diese auch automatisierbar sind. Es werden auch Korrekturmöglichkeiten für die automatisch erfüllten Gütekriterien angegeben, für den Fall, daß eine andere Methode zur Erstellung des Anforderungsmodells gewählt wurde, und sie damit nicht automatisch erfüllt sind.

<i>Strukturelles Gütekriterium</i>	<i>Automat. erfüllt?</i>	<i>Verletzung automat. erkennbar?</i>	<i>Bei Nichterfüllung vorzunehmende Korrekturen</i>	<i>Verletzung automat. korrigierbar?</i>
S-1: Wurzelgraph	ja	ja	Vereinigung der Wurzeln oder Einfügen eines Oberziels als neue Wurzel, welche inhaltlich der Vereinigung der Wurzeln entspricht.	Nein
S-2: Zyklenfreiheit	nein	ja	Entfernen einer Kante des Zyklus nach genauer Überprüfung der Anforderungen bzw. Ziele und ihrer Zusammenhänge; Schleifen können direkt entfernt werden.	nein
S-3: Sehnenfreiheit	nein	ja	Entfernen der überflüssigen "Abkürzungskante" zwischen erstem und letztem Knoten eines gerichteten Weges über mehrere Knoten	ja
S-4: Z-Korrektheit	ja	ja	Bei einem Ziel, welches sowohl Ziele als auch Anforderungen als Unterelemente hat, sind entweder die Ziele oder die Anforderungen aus den Unterelementen zu entfernen. Dabei muß ggf. das Ziel neu untergliedert werden.	nein
S-5: A-Korrektheit	ja	ja	Bei Anforderungen, welche Ziele als Unterelemente haben, sind diese zu entfernen. Dabei muß ggf. die Anforderung neu untergliedert werden.	nein
S-6: Topologische Ordnung	ja	ja	Indizes zur topologischen Ordnung können automatisch vergeben werden.	ja
S-7: O-Zahlgleichheit	nein	ja	Ausführliche Darstellung siehe Tabelle 4-6.	nein
S-8: U-Zahlgleichheit	ja	ja	Ausführliche Darstellung siehe Tabelle 4-7.	nein

Tabelle 4-5: Überprüfung und Korrektur der sechs strukturellen Gütekriterien bei polyhierarchischen Anforderungsmodellen.

Die Untersuchung von automatischer Erkennung und automatischer Korrektur gewinnt dann an Bedeutung, wenn ein rechnergestütztes Werkzeug zur Anforderungsmodellierung eingesetzt wird. Bei den Gütekriterien, welche nicht automatisch korrigierbar sind, kann trotzdem durch ein entsprechendes Werkzeug eine Unterstützung der Korrektur erfolgen (z.B. durch Hinweis auf Verletzungen von Gütekriterien und auf Lösungsmöglichkeiten).

Ein mögliches Vorgehen zum Erkennen und zur Korrektur von Verletzungen von S-7 und S-8 wird im folgenden detailliert untersucht. Die Ausführungen sollen beispielhafte Lösungen vorstellen. Da die Korrektur im wesentlichen inhaltliche Änderungen erfordert, können hierzu keine Algorithmen angegeben werden.

S-7: O-Zahlgleichheit

Eine Verletzung von S-7 liegt vor, wenn ein Element deutlich mehr oder weniger Oberelemente hat als die übrigen.

Sei

- $AM := (\underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \gamma, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $ZA, ZA^* \in \underline{Z} \cup \underline{A}$ Element (Ziele oder Anforderungen) aus dem Anforderungsmodell;
- N_O die mittlere Anzahl von Oberelementen je Element.

Definition 4-1: Erkennen einer S-7-Verletzung.

Das Gütekriterium S-7 (O-Zahlgleichheit) ist für den Knoten ZA^* verletzt $:\Leftrightarrow$
 $\neg (|\text{pred}(ZA^*)| \approx N_O)$

Eine Korrektur kann durch das Hinzufügen bzw. Entfernen von Kanten erfolgen. So können Kanten zu Oberelementen, zu welchen das betroffene Element nur gering beiträgt, entfernt werden. Im umgekehrten Fall können Kanten zu ebenfalls relevanten Oberzielen hinzugefügt werden. Ob ein Element stark oder wenig zu einem Oberelement beiträgt, kann nur inhaltlich überprüft werden. Hinweise auf einen geringen "Beitrag" könnten dabei z.B. sein, daß das Element noch sehr viele andere Oberelemente hat, oder das Oberelement noch sehr viele andere Unterelemente.

Wenn $|\text{pred}(ZA^*)| > N_O$:

1. Entferne die Kanten (ZA, ZA^*) für die $ZA \in \text{pred}(ZA^*)$, zu denen ZA^* nur gering "beiträgt".

Wenn $|\text{pred}(ZA^*)| < N_O$:

1. Füge neue Kanten (ZA, ZA^*) zu den Knoten ZA ein, zu denen ZA^* auch "beiträgt".

Durch das Hinzufügen bzw. Entfernen von Kanten wird die O-Zahlgleichheit hergestellt. Eventuell müssen die Oberelemente entsprechend angepaßt werden.

Tabelle 4-6 stellt beide Möglichkeiten grafisch dar: In Ausgangslage 1 hat der Knoten ZA^* deutlich mehr Oberelemente als die übrigen Knoten, es werden daher zwei Kanten zu seinen Oberelementen entfernt. In Ausgangslage 2 hat ZA^* weniger Oberelemente als die übrigen Knoten, es wird daher eine Kante zu einem zweiten Oberelement hinzugefügt.

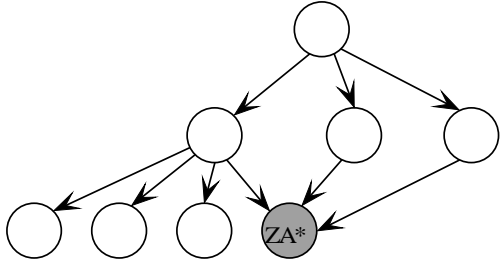
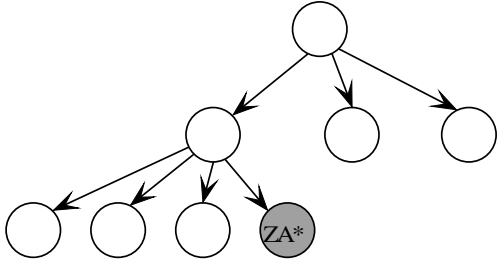
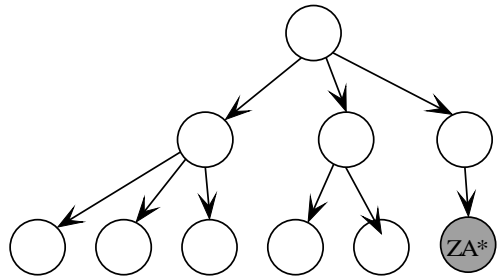
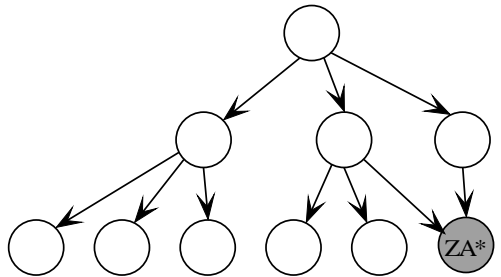
Ausgangslage	Mögliche Korrekturen
 <p data-bbox="188 589 376 618">Ausgangslage 1</p>	 <p data-bbox="807 589 1305 618">Korrekturmöglichkeit zur Ausgangslage 1</p>
 <p data-bbox="188 947 376 976">Ausgangslage 2</p>	 <p data-bbox="807 947 1305 976">Korrekturmöglichkeit zur Ausgangslage 2</p>

Tabelle 4-6: Überprüfung und Korrektur des Gütekriteriums I-11 im Graphen eines polyhierarchischen Anforderungsmodells.

Dargestellt ist der Graph eines Anforderungsmodells. O = Ziel bzw. Anforderung. Links ist die Ausgangslage bei Verletzung des Gütekriteriums beschrieben, rechts der Zustand nach Durchführung einer bzw. verschiedener Korrekturen. Identische Knoten in Ausgangslage und nach Korrektur sind mit gleicher Farbe u. Beschriftung gekennzeichnet.

Auch hier sollten nach jeder Korrektur die übrigen Gütekriterien erneut überprüft werden.

S-8: U-Zahlgleichheit

S-8 ist verletzt, wenn ein Element im Vergleich zu den anderen Elementen deutlich weniger oder deutlich mehr Unterelemente hat.

Sei

- $AM := (\underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $ZA, ZA^* \in \underline{Z} \cup \underline{A}$ Element (Ziele oder Anforderungen) aus dem Anforderungsmodell;
- N_U die mittlere Anzahl von Unterelementen je Element.

Definition 4-2: Erkennen einer S-8-Verletzung.

Das Gütekriterium S-8 (U-Zahlgleichheit) ist für den Knoten ZA^* verletzt $:\Leftrightarrow$

$$\neg (|\text{succ}(ZA^*)| \approx N_U)$$

Eine Korrektur kann durch das Hinzufügen bzw. Entfernen von Kanten erfolgen oder durch das Zusammenlegen oder Auftrennen von Unterelementen. Auch hier müssen dafür die Knoten inhaltlich verglichen werden. Je nachdem, ob zu wenig oder zu viele Unterelemente vorhanden sind, gibt es jeweils die folgenden zwei Korrekturmöglichkeiten:

Wenn $|\text{succ}(ZA)| < N_U$:

1. Füge neue Kanten (ZA^*, ZA) zu den Knoten ZA ein, die zu ZA^* auch "beitragen".
2. Oder: Teile die Knoten ZA mit $ZA \in \text{succ}(ZA^*)$ neu auf und füge entsprechende Kanten (ZA^*, ZA) neu ein.

Wenn $|\text{succ}(ZA)| > N_U$:

1. Entferne die Kanten (ZA^*, ZA) zu den Knoten ZA , die zu ZA^* nur "gering beitragen".
2. Oder: Lege die Knoten ZA mit $ZA \in \text{succ}(ZA^*)$ teilweise zusammen und passe die entsprechenden Kanten (ZA^*, ZA) an.

Durch das Hinzufügen bzw. Entfernen von Kanten bzw. das Aufteilen und Zusammenlegen von Knoten wird die U-Zahlgleichheit hergestellt.

Tabelle 4-7 stellt Korrekturmöglichkeiten für den Fall der zu geringen Anzahl von Unter-elementen beispielhaft dar. Die Ausgangslage zeigt den Knoten ZA^* mit deutlich weniger Unter-elementen als die übrigen Knoten. In Korrekturmöglichkeit 1 werden neue Kanten zwischen ZA^* und anderen Unter-elementen eingefügt. In Korrekturmöglichkeit 2 werden die Unter-elemente von ZA^* neu aufgeteilt und dadurch ihre Anzahl verdoppelt.

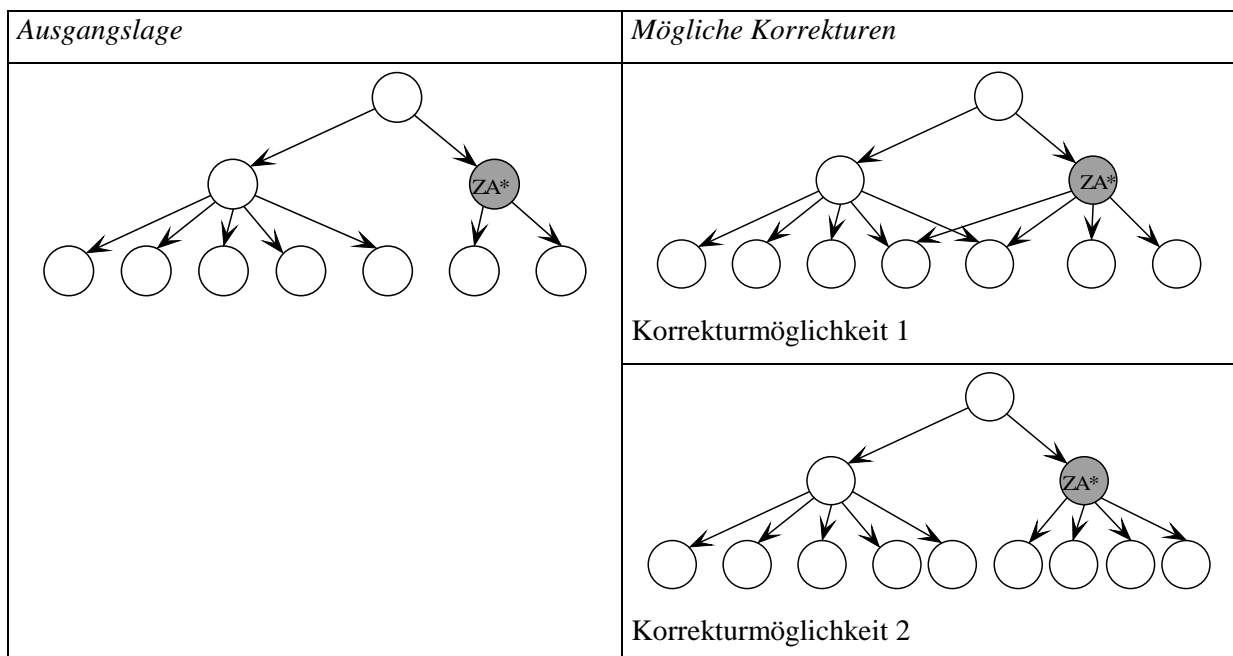


Tabelle 4-7: Überprüfung und Korrektur des Gütekriteriums S-8 im Graphen eines polyhierarchischen Anforderungsmodells.

Dargestellt ist der Graph eines Anforderungsmodells. O = Ziel bzw. Anforderung. Links ist die Ausgangslage bei Verletzung des Gütekriteriums beschrieben, rechts der Zustand nach Durchführung einer bzw. verschiedener Korrekturen. Identische Knoten in Ausgangslage und nach Korrektur sind mit gleicher Farbe u. Beschriftung gekennzeichnet.

Überprüfung der inhaltlichen Gütekriterien

Tabelle 4-8 stellt die inhaltlichen Gütekriterien für Anforderungsmodelle dar. Es ist angegeben, ob sie bei der Befolgung der vorgestellten Vorgehensweise aus Kapitel 4.1.2 und 4.1.3 automatisch erfüllt sind, und ob eine Verletzung automatisch erkannt werden kann. Korrekturmöglichkeiten werden vorgestellt und angegeben, ob sie automatisch durchführbar sind. Für die Korrektur der Gütekriterien I-9 bis I-11 werden im Anschluß an die Tabellen ausführliche Beispiele gegeben.

<i>Inhaltliches Gütekriterium</i>	<i>Automat. erfüllt?</i>	<i>Verletzung automat. erkennbar?</i>	<i>Bei Nichterfüllung vorzunehmende Korrekturen</i>	<i>Verletzung automat. korrigierbar?</i>
I-1: Z-Widerspruchsfreiheit	nein	nein	Herausnehmen des "unwichtigeren" Zieles (mitsamt seines Teilgraphen) oder seine Umformulierung. ⁴	nein
I-2: A-Widerspruchsfreiheit	nein	nein	Herausnehmen der "unwichtigeren" Anforderung (mitsamt ihres Teilgraphen) oder seine Umformulierung.	nein
I-3: Z-Minimalität	ja	nein	Entfernen synonyme Ziele aus dem Modell.	ja
I-4: A-Minimalität	ja	nein	Entfernen synonyme Anforderungen aus dem Modell.	ja
I-5: U-Korrektheit	ja	nein	Zum Oberelement nicht passende Unterelemente entfernen oder anderem Oberelement zuzuordnen.	nein
I-6: U-Überlappungsfreiheit	ja	nein	Kohyponyme Unterelemente so umformulieren, daß sie nicht mehr kohyponym sind; alternativ können sie vereinigt werden.	nein
I-7: U-Summen-gleichheit	ja	nein	Unterelemente so hinzufügen oder umformulieren, daß die Unterelemente zusammen synonym zum Oberelement sind.	nein
I-8: U-Gleich-detailliertheit	ja	nein	Unterelemente so umformulieren, daß sie in etwa gleich detailliert sind.	nein
I-9: O-Gleich-detailliertheit	nein	nein	Ausführliche Darstellung siehe Tabelle 4-9.	nein
I-10: I-Korrekt-detailliertheit	nein	nein	Ausführliche Darstellung siehe Tabelle 4-10.	nein
I-11: E-Überlappungs-armut	nein	ja	Ausführliche Darstellung siehe Tabelle 4-11.	nein

Tabelle 4-8: Überprüfung und Korrektur der 13 inhaltlichen Gütekriterien bei polyhierarchischen Anforderungsmodellen

⁴ So könnte das Ziel "Freier Zugang für alle Personen auf alle Patientendaten" zum Ziel "Freier Zugang für berechnete Personen auf Patientendaten" werden, welche sich dann mit dem priorisierten Ziel "Einhaltung aller Datenschutzgesetze" nicht mehr widerspricht.

Die Einhaltung der Gütekriterien I-3, I-4, I-5, I-6, I-7 und I-8 ist relativ einfach, da sie entweder bei Befolgen der Algorithmen aus 4.1.2 und 4.1.3 automatisch erfüllt und bei Verletzung teilweise automatisch zu korrigieren sind.

Bei den inhaltlichen Gütekriterien I-1 und I-2 muß berücksichtigt werden, daß ihre Verletzung nicht unbedingt ein Modellierungsfehler sein muß. Vielmehr kann dies z.B. aus widersprüchlichen Zielen betroffener Interessengruppen resultieren. Insbesondere im Fall einer Verletzung von I1 sollte eine Korrektur des Modells durch Herausnehmen von Teilgraphen genau dokumentiert werden. Das Lösen von Zielkonflikten insbesondere durch Herausnehmen von Zielen kann dazu führen, daß bestimmte Interessengruppen im Anforderungsmodell nicht mehr repräsentiert sind. Dies ist daher zu begründen und festzuhalten.

Im folgenden werden einige detailliertere Hinweise zur Korrektur bei Verletzungen der Gütekriterien I-9 bis I-11 gegeben und an einem Beispiel erläutert. Die folgenden Ausführungen können wiederum nur Hinweise auf Korrekturmöglichkeiten geben. Die Korrektur erfordert häufig inhaltliche Änderungen, und diese können nur unter Beachtung des konkreten Modells vorgenommen werden. Insbesondere führt z.B. das Einfügen neuer oder das Verschieben vorhandener Knoten dazu, daß alle benachbarten Knoten ggf. umformuliert werden müssen.

I-9: O-Gleichdetailliertheit

I-9 ist verletzt, wenn ein beliebiges Element aus dem Anforderungsmodell stark verschieden detaillierte Oberelemente hat.

Sei

- $AM := (\underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $\kappa: (\underline{Z} \cup \underline{A}) \rightarrow \mathfrak{R}$ ein Maß für die Detailliertheit von Elementen;
- $ZA_1, ZA_2, ZA^*, ZA \in \underline{Z} \cup \underline{A}$ Elemente (Ziele oder Anforderungen) aus dem Anforderungsmodell.

Definition 4-3: Erkennen einer I-9-Verletzung.

Das Gütekriterium I-9 (O-Gleichdetailliertheit) ist für den Knoten ZA^* verletzt $:\Leftrightarrow$
 $\exists ZA_1, ZA_2 \in \mathbf{pred}(ZA^*) : \neg (\kappa(ZA_1) \approx \kappa(ZA_2)).$

Eine Korrektur ist möglich, wenn Beziehungen auf Ober- bzw. Unterelemente verlagert werden können. Denkbar sind dabei folgende Korrekturmöglichkeiten:

Wenn $\kappa(ZA_1) > \kappa(ZA_2)$:

1. Ersetze die Kante (ZA_1, ZA^*) durch Kanten (ZA, ZA^*) für alle $ZA \in \mathbf{pred}(ZA_1)$.
2. Oder: Ersetze die Kante (ZA_2, ZA^*) durch Kanten (ZA, ZA^*) für alle $ZA \in \mathbf{succ}(ZA_2)$.

In beiden Fällen muß ZA entsprechend angepaßt werden.

Es wird also entweder die Kante vom "detaillierteren" Oberelement (ZA_1) auf dessen Oberelement verlagert. Alternativ wird die Kante vom "gröberen" der beiden Oberelemente (ZA_2) ersetzt durch eine Kante ausgehend von dessen Unterelementen.

Tabelle 4-9 stellt diese beiden Korrekturmöglichkeiten grafisch dar. Die Ausgangslage zeigt ein Element mit unterschiedlich detaillierten Oberelementen (der Detaillierungsgrad ist durch die unterschiedliche Position im Graph sowie durch die verschiedenen Graustufen dargestellt). Die beiden rechten Abbildungen stellen den Stand nach Anwendung der beiden alternativen Korrekturen dar: Bei Korrekturmöglichkeit 1 wird die Kante vom feineren Oberelement ZA_1 auf dessen Oberelement verlagert. Bei Korrekturmöglichkeit 2 dagegen wird die Kante vom gröberen Oberelement ZA_2 auf dessen Unterelemente verlagert .

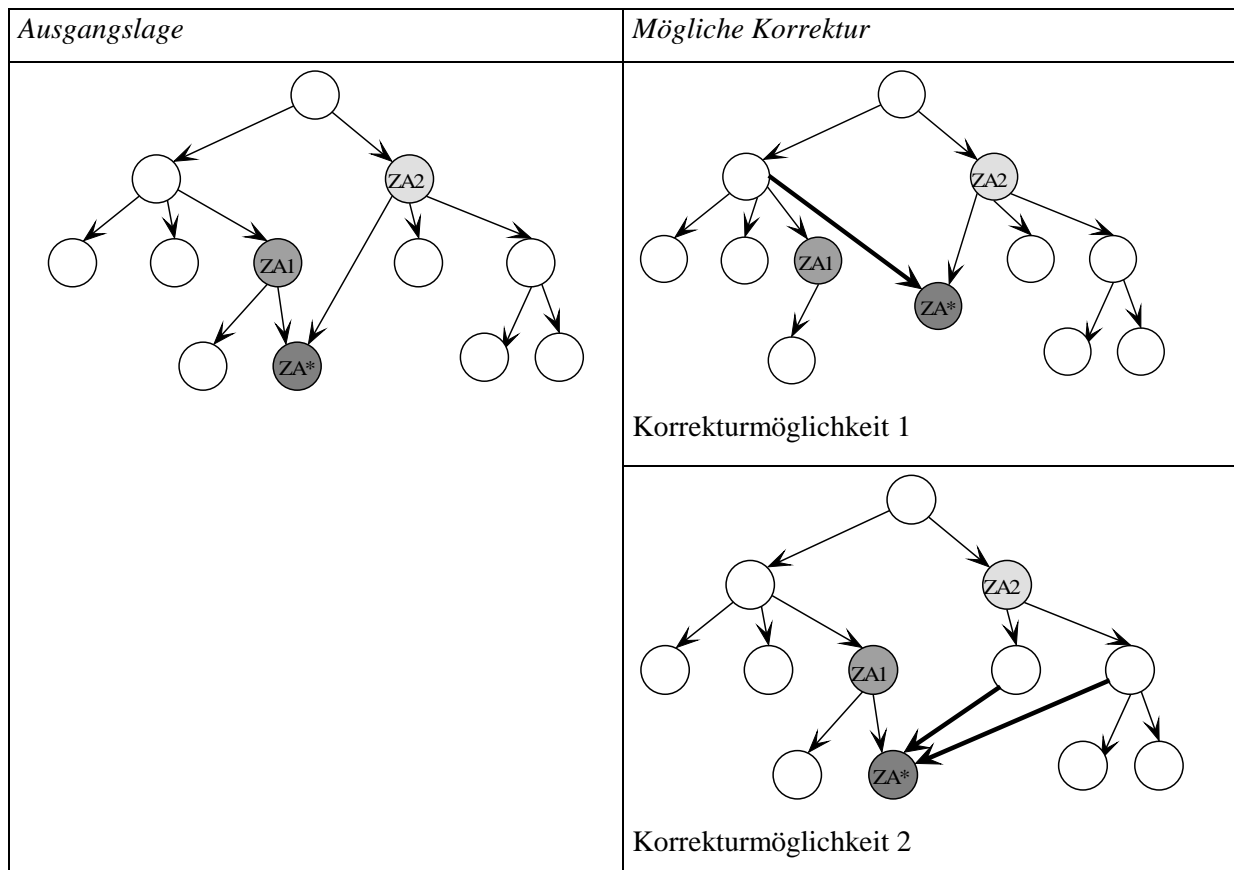


Tabelle 4-9: Überprüfung und Korrektur des Gütekriteriums I-9 im Graphen eines polyhierarchischen Anforderungsmodells.

Dargestellt ist der Graph eines Anforderungsmodells. O = Ziel bzw. Anforderung. Links ist die Ausgangslage bei Verletzung des Gütekriteriums beschrieben, rechts der Zustand nach Durchführung einer bzw. verschiedener Korrekturen. Identische Knoten in Ausgangslage und nach Korrektur sind mit gleicher Farbe u. Beschriftung gekennzeichnet.

Da durch die Verlagerung von Kanten und durch die Umformulierung von Knoten sich der Graph ändert, ist es notwendig, nach Durchführung einer Korrektur die geänderten Knoten und Kanten erneut auf alle Gütekriterien zu überprüfen.

I-10: I-Korrektedetailliertheit

I-10 ist verletzt, wenn zwei Elemente mit ähnlicher topologischer Ordnung sehr verschieden detailliert sind.

Sei

- $AM := (\underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \underline{\alpha}, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $\kappa: (\underline{Z} \cup \underline{A}) \rightarrow \mathfrak{R}$ ein Maß für die Detailliertheit von Elementen;
- $\varphi: (\underline{Z} \cup \underline{A}) \rightarrow \mathfrak{N}$ eine Funktion, welche den Index eines Elementes angibt.;
- $ZA_1, ZA_2, ZA^*, ZA \in \underline{Z} \cup \underline{A}$ Elemente (Ziele oder Anforderungen) aus dem Anforderungsmodell.

Definition 4-4: Erkennen einer I-10-Verletzung.

Das Gütekriterium I-10 (I-Korrektedetailliertheit) ist für die Knoten ZA_1, ZA_2 verletzt $:\Leftrightarrow$

$$\varphi(ZA_1) \approx \varphi(ZA_2) \wedge \neg (\kappa(ZA_1) \approx \kappa(ZA_2)).$$

Eine Korrektur ist möglich durch Einfügen eines neuen Knotens oder durch Zusammenlegen von Knoten. Denkbar sind folgende zwei Korrekturmöglichkeiten:

Wenn $\kappa(ZA_1) > \kappa(ZA_2)$:

1. Füge einen neuen Knoten ZA^* ein; füge als neue Kanten (ZA, ZA^*) für alle $ZA \in \mathbf{pred}(ZA_1)$ sowie (ZA^*, ZA_1) ein.
2. Oder: Ersetze die Kanten (ZA, ZA_1) für alle $ZA \in \mathbf{pred}(ZA_1)$ durch Kanten zu anderen, stärker detaillierten Unterelementen.

In beiden Fällen muß ZA_1 entsprechend umformuliert werden.

In beiden Fällen wird die topologische Ordnung des detaillierteren Knotens geändert: einmal durch Einfügen eines neuen Elements und einmal durch Umsetzen des Knotens.

Tabelle 4-10 stellt beide Korrekturansätze grafisch dar. Die Ausgangslage stellt zwei Knoten mit ähnlichem topologischen Index (da sie das gleiche Oberelement haben), aber mit verschiedenem Detaillierungsgrad (angedeutet durch die Lage im Graph und die Graustufen) dar. Bei Korrekturmöglichkeit 1 wird eine "Zwischenebene" (ein neuer Knoten ZA^*) eingefügt. Bei Korrekturmöglichkeit 2 wird der Knoten ZA_1 "versetzt" und einem anderen Oberelement zugeordnet.

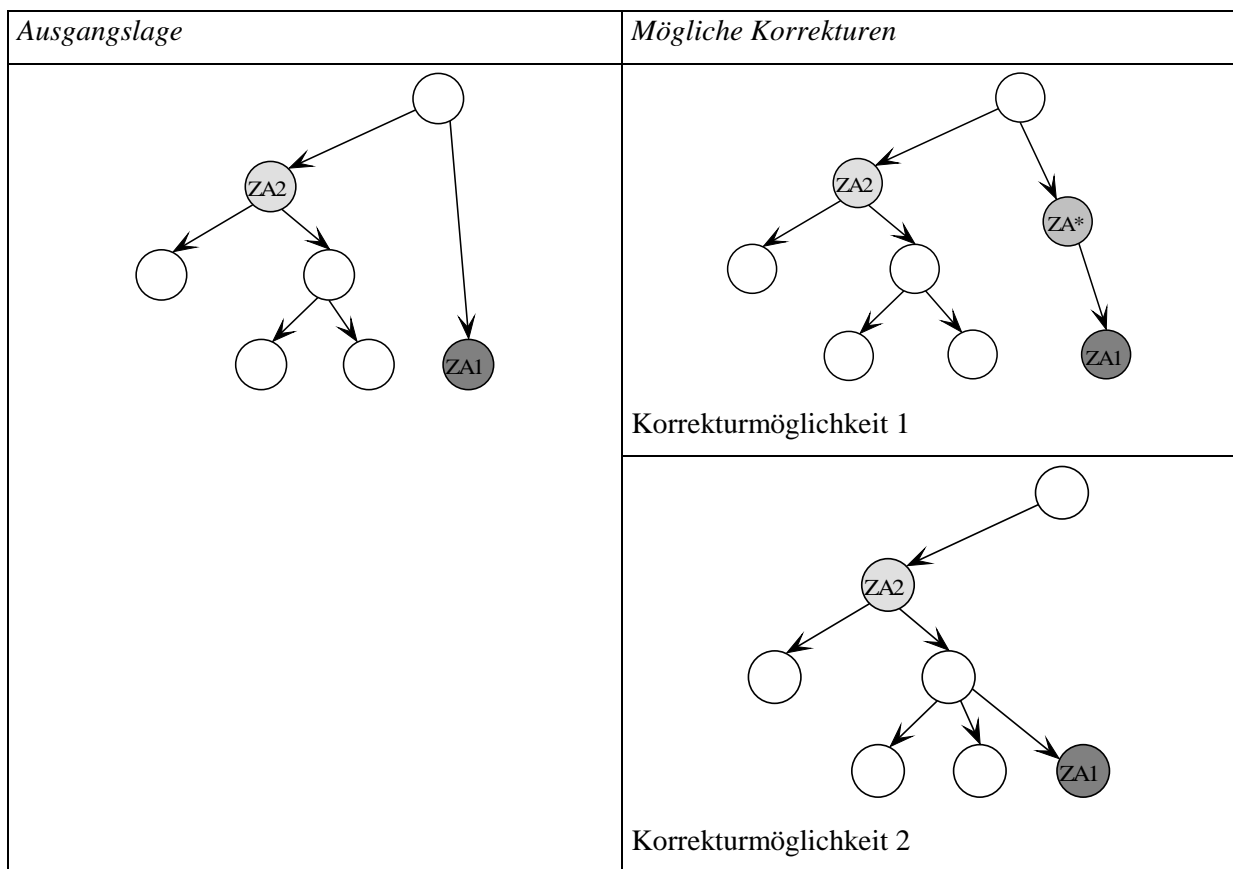


Tabelle 4-10: Überprüfung und Korrektur des Gütekriteriums I-10 im Graphen eines polyhierarchischen Anforderungsmodells.

Dargestellt ist der Graph eines Anforderungsmodells. O = Ziel bzw. Anforderung. Links ist die Ausgangslage bei Verletzung des Gütekriteriums beschrieben, rechts der Zustand nach Durchführung einer bzw. verschiedener Korrekturen. Identische Knoten in Ausgangslage und nach Korrektur sind mit gleicher Farbe u. Beschriftung gekennzeichnet.

Nach jeder Korrektur sollten die übrigen Gütekriterien erneut überprüft werden.

I-11: E-Überlappungsarmut

I-11 ist verletzt, wenn zwei beliebige Elemente sich zu stark überlappen. Dies kann man erkennen, indem man sich anschaut, wie ähnlich sich die Mengen ihrer Unterelemente sind.

Sei

- $AM := (\underline{Z}, \underline{A}, \underline{WG}, \alpha, \beta, \chi, \underline{BZ})$ ein polyhierarchisches Anforderungsmodell eines Informationssystems;
- $G := (\underline{Z} \cup \underline{A}, \underline{BZ})$ der Graph des polyhierarchischen Anforderungsmodells AM ;
- $ZA_1, ZA_2, ZA^* \in \underline{Z} \cup \underline{A}$ Elemente (Ziele oder Anforderungen) aus dem Anforderungsmodell;
- $\lambda \in [0..1]$ der maximal erlaubte Anteil der gleichen Unterelemente.

Definition 4-5: Erkennen einer I-11-Verletzung.

Das Gütekriterium I-11 (E-Überlappungsarmut) ist für zwei Knoten ZA_1, ZA_2 verletzt $:\Leftrightarrow$ $|\text{succ}(ZA_1) \cap \text{succ}(ZA_2)| > \lambda |\text{succ}(ZA_1)|$

Die Korrekturmöglichkeit umfaßt im wesentlichen das Zusammenlegen der überlappenden Elemente:

- | |
|--|
| 1. Vereinige ZA_1 und ZA_2 zu ZA^* , passe die Kanten entsprechend an. |
|--|

Bei dieser Korrektur müssen die Unterelemente eventuell angepaßt werden.

Tabelle 4-11 stellt die Vereinigung der stark überlappenden Elemente ZA_1 und ZA_1 grafisch dar.

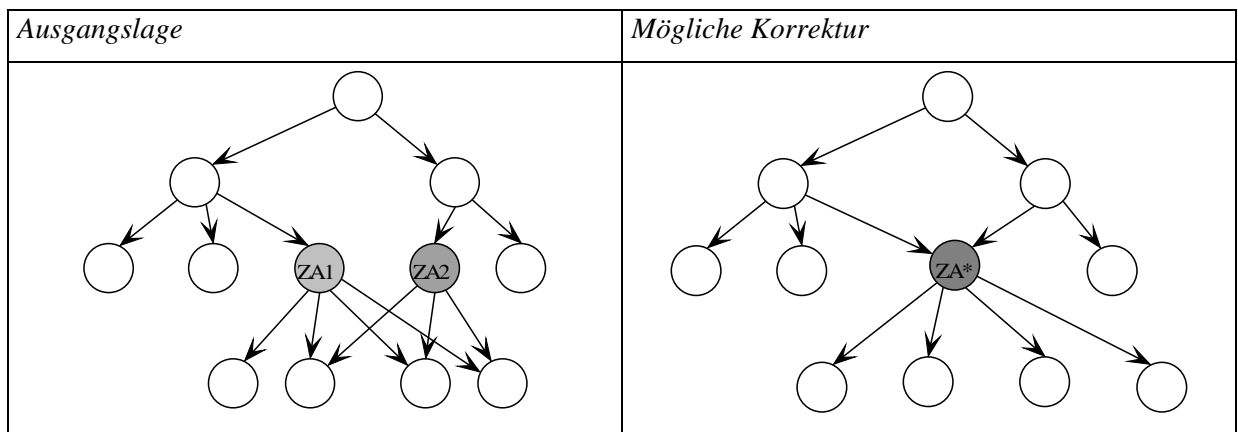


Tabelle 4-11: Überprüfung und Korrektur des Gütekriteriums I-11 im Graphen eines polyhierarchischen Anforderungsmodells.

Dargestellt ist der Graph eines Anforderungsmodells. O = Ziel bzw. Anforderung. Links ist die Ausgangslage bei Verletzung des Gütekriteriums beschrieben, rechts der Zustand nach Durchführung einer bzw. verschiedener Korrekturen. Identische Knoten in Ausgangslage und nach Korrektur sind mit gleicher Farbe u. Beschriftung gekennzeichnet.

Zusammenfassung

Zur Gewährleistung der Güte von Anforderungsmodellen tragen damit eine Reihe von Faktoren bei:

- Top-down-Entwurf entsprechend den Algorithmen aus Kapitel 4.1.2 und 4.1.3;
- Prüfung der strukturellen und inhaltlichen Gütekriterien nach jeder erfolgten Aufteilung eines Elements in seine Unterelemente entsprechend den Ausführungen in Kapitel 4.1.4.

Wie bereits erläutert, sind reale Anforderungsmodelle in der Regel komplex und damit fast notwendigerweise auch nie "perfekt". Letztlich ist aber für die meisten Anwendungsbereiche das *Ergebnis* der Modellierung am wichtigsten, nämlich die Anforderungen in den *Blättern* des Modells. Modelle mit teilweise nicht erfüllten inhaltlichen Gütekriterien spiegeln häufig einfach die Komplexität von sich überlappenden und in komplexer Beziehung stehenden Anforderungen und Zielen wider.

4.2 Darstellung der Anforderungen

4.2.1 Übersicht über das Anforderungsmodell

Ein Anforderungsmodell soll vollständig und gleichzeitig übersichtlich sein. Sinnvollerweise verwendet man daher drei verschiedene Darstellungen:

- Eine *Übersicht*, welche die Namen der Ziele und Anforderungen in ihrem Zusammenhang zeigt, z.B. als Tabelle (insbesondere bei komplexen, stark "vernetzten" Graphen) oder als Graph (bei weniger komplexen Modellen). Graphen haben gegenüber Tabellen bei kleineren Modellen im allgemeinen die größere Anschaulichkeit und werden daher auch in anderen Bereichen gerne verwendet (z.B. bei Entscheidungsbäumen im "Operations Research"). Ab einer gewissen Komplexität des Modells wird aber die grafische Darstellung unübersichtlich, und es muß auf miteinander verknüpfte Tabellen zurückgegriffen werden. Es ist auch möglich, jeweils Teilgraphen (statt des gesamten Graphen) grafisch darzustellen.
- Eine *vollständige Darstellung*, welche jedes Element der Übersichtsdarstellung referenziert und die zugehörigen Eigenschaften (vgl. Tabelle 3-2 für Ziele und Tabelle 3-3 für Anforderungen) auflistet. Unbedingt notwendig ist diese für die Anforderungen in den Blättern des Graphen, welche letztlich konkret angewandt werden sollen (z.B. für Bewertungen).
- Sowie eine *ergänzende Darstellung*, welche Rahmenbedingungen wie Interessengruppen, Anwendungszweck, Hinweise zu Bewertungen, Begründungen für den Aufbau des Anforderungsmodells, allgemeine Definitionen etc. enthält.

Jedes Ziel bzw. jede Anforderung sollte einen eindeutigen Index haben, der so gewählt ist, daß Elemente mit höherem Detaillierungsgrad einen höheren Index haben als solche mit geringerem Detaillierungsgrad.

Ausführliche Beispiele finden sich in Kapitel 5 .

Tabelle 4-12 stellt einige Publikationen von Anforderungsmodellen beispielhaft gegenüber, weitere Beispiele finden sich in Kapitel 2.

Anwendungszweck	Quelle	Aufbau
Auswahl von Pflegeinformati- onssystemen	[GMDS et al. 1996] (S. 12 ff.)	5 Hierarchieebenen mit ca. 120 Anforderungen
Auswahl eines Dienstplanprogrammes	[Agnes Karll Institut für Pflege- forschung 1995] (S. 159 ff)	3 Hierarchieebenen mit ca. 110 Anforderungen
Auswahl von Klinischen Arbeitsplatzsystemen	[Gierl L et al. 1999]	3 Hierarchieebenen mit ca. 700 Anforderungen
Pflichtenheft für rechnerge- stützte Krankenhausinformati- onssysteme	[Boese J et al. 1994] (S. 189 ff)	4 Hierarchieebenen mit ca. 800 rein funktionalen Anforderungen

Tabelle 4-12: Beispiele für vorhandene Anforderungsmodelle.

Gut erkennbar ist die starke Zunahme der Anzahl der Anforderungen mit zunehmender Hierarchieebene. Die genannten Publikationen wählen jeweils die Übersichtsdarstellung als einzige Präsentationsform der Anforderungen aus.

4.2.2 Festlegen der möglichen Ausprägungen der Blattanforderungen

Die Blattanforderungen (also die Anforderungen ohne Unterelemente) werden eingesetzt zu Bewertungs- und Vergleichszwecken. Während bei den übrigen Elementen eines Anforderungsmodells jeweils Name und Erläuterung genügen, müssen daher bei den Blattanforderungen mindestens das Bewertungskriterium und die möglichen Ausprägungen angegeben werden. Dies erfolgt sinnvollerweise nach Abschluß der Aufstellung des Anforderungsmodells.

Bei der Formulierung der Bewertungskriterien und seiner möglichen Ausprägungen sollten folgende Punkte besonders berücksichtigt werden:

- das Kriterium muß konkret genug formuliert sein, um überprüfbar zu sein; ist dies nicht möglich, sollten die Anforderungen in Unteranforderungen aufgeteilt werden;
- das Kriterium soll so formuliert sein, daß eindeutig klar ist, was gemeint bzw. was zu überprüfen ist;
- das Kriterium sollte genau einen Aspekt abdecken; passen mehrere Aspekte zu einer Anforderung, sollte diese zunächst in Unteranforderungen aufgeteilt werden;
- die möglichen Ausprägungen des Kriteriums sollten in etwa gleich weit auseinander liegen, um Verzerrungen bei den Ergebnissen der Bewertung zu vermeiden;
- jede mögliche Ausprägung sollte in der Realität prinzipiell auch auftreten können;
- die möglichen Ausprägungen sollten so formuliert werden, daß die Ausprägung auf der Mitte der Skala im allgemeinen am häufigsten auftreten wird;
- die möglichen Ausprägungen sollten so formuliert sein, daß sie disjunkt sind; bei einer Bewertung sollte die Zuordnung der beobachteten Realität zu einer Ausprägung damit eindeutig sein;
- statt der Ausformulierung jeder möglichen Ausprägung kann es bei größeren Skalen auch sinnvoll sein, nur den beiden Extremwerten eine klartextliche Bezeichnung zu geben, wie es z.B. beim ISO-Bogen zur Softwareergonomie gemacht wird ([DIN 1996]);

Zu diesen und verwandten Problemen bei Messungen und Skalenbildung gibt es zahlreiche Literatur (z.B. [Friedman CP et al. 1997], [Issac S et al. 1989], [Thorndike R et al. 1977], [Lienert GA 1969]), daher wird auf vertiefende Ausführung an dieser Stelle verzichtet.

4.2.3 Festlegen der Gewichtungen

Soll eine gewichtete Bewertung der Anforderungen und Ziele erfolgen, muß für jedes Element des Anforderungsmodells eine Gewichtung vergeben werden.

Dabei sollten jeweils die Gewichte der Unterelemente eines Elements in der Summe 1 ergeben. Dies hat den Vorteil, daß bei Wahl einer additiven Verrechnungsfunktion die gewichtete Bewertung eines Oberelements einen interpretierbaren Wert ergibt - sie ist dann nämlich der gewichtete Mittelwert seiner Unterelemente.

Die konkrete Vergabe der Gewichtungen kann auf zwei Arten erfolgen. Dabei wird top-down vorgegangen, wenn eine Gewichtung der Blattanforderungen a priori nicht bekannt ist, sondern schrittweise ermittelt werden soll. Das Bottom-up-Vorgehen bietet sich an, wenn die Blattanforderungen bereits fest gewichtet werden können. Die beiden Vorgehensweisen sehen dabei wie folgt aus:

Top-down-Vorgehen: Ausgehend von der Wurzel des Anforderungsmodells, werden jeweils die Teilelemente eines Elements gewichtet unter Berücksichtigung der Bedingungen, daß die Summe ihrer Gewichte jeweils 1 (entsprechend 100%) sein sollte.

Abbildung 4-1 zeigt ein Beispiel: zuerst werden die Knoten der zweiten, dann der dritten Ebene gewichtet. Die Summe der Unterelemente eines Elements ist 1. Das Element mit zwei Oberelementen bekommt zwei verschiedene Gewichtungen (es trägt in verschiedenem Maße zur Erfüllung seiner

beiden Oberelemente bei, dies ist in der folgenden Abbildung durch die Vergabe von zwei Gewich- tungen demonstriert).

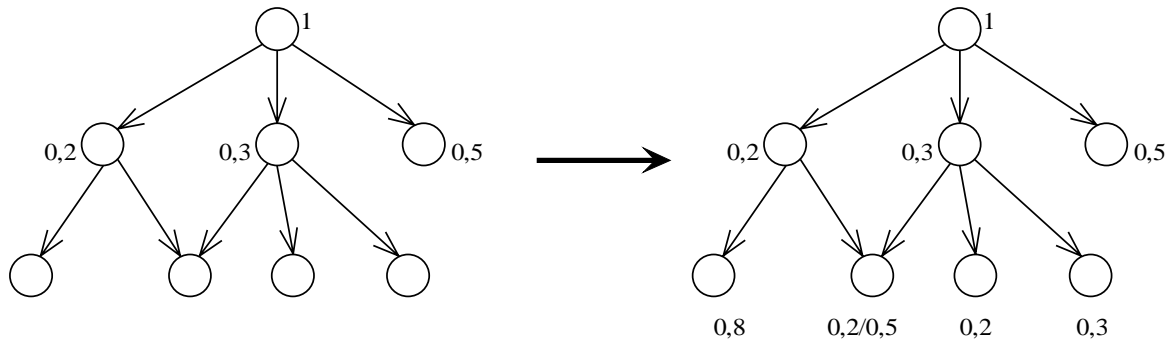


Abbildung 4-1: Top-down-Vergabe von Gewichtungen im Graphen eines polyhierarchischen Anforderungsmodells.

Dargestellt ist der Graph eines Anforderungsmodells. O = Ziel bzw. Anforderung. Die Zahl gibt die Gewichtung des Knotens an. Es sind beispielhaft Schritte bei der top-down-Vergabe von Gewichtungen dargestellt. Erläuterungen im Text.

Bottom-up-Vorgehen: Hier müssen zwei Schritte erfolgen. Zuerst werden die Blattanforderungen unter Benutzung einer festen Skala (z.B. von 0 - 3) gewichtet und die Gewichtungen der Oberelemente dann schrittweise durch *Mittelwertbildung* der Gewichte ihrer jeweiligen Unterelemente ermittelt. In einem zweiten Schritt werden dann diese absoluten Gewichte in relative Gewichte umgerechnet, wobei die Summe der Gewichte der Unterelemente wiederum 1 (entsprechend 100%) sein sollte. Hierzu werden die absoluten Gewichte dividiert durch die Summe der absoluten Gewichte der Unterelemente (Bsp.: Die beiden Unterelemente eines Elements mit den absoluten Gewichten 1 und 3 werden umgerechnet in 1/4 und 3/4).

Abbildung 4-2 zeigt ein entsprechendes Beispiel.

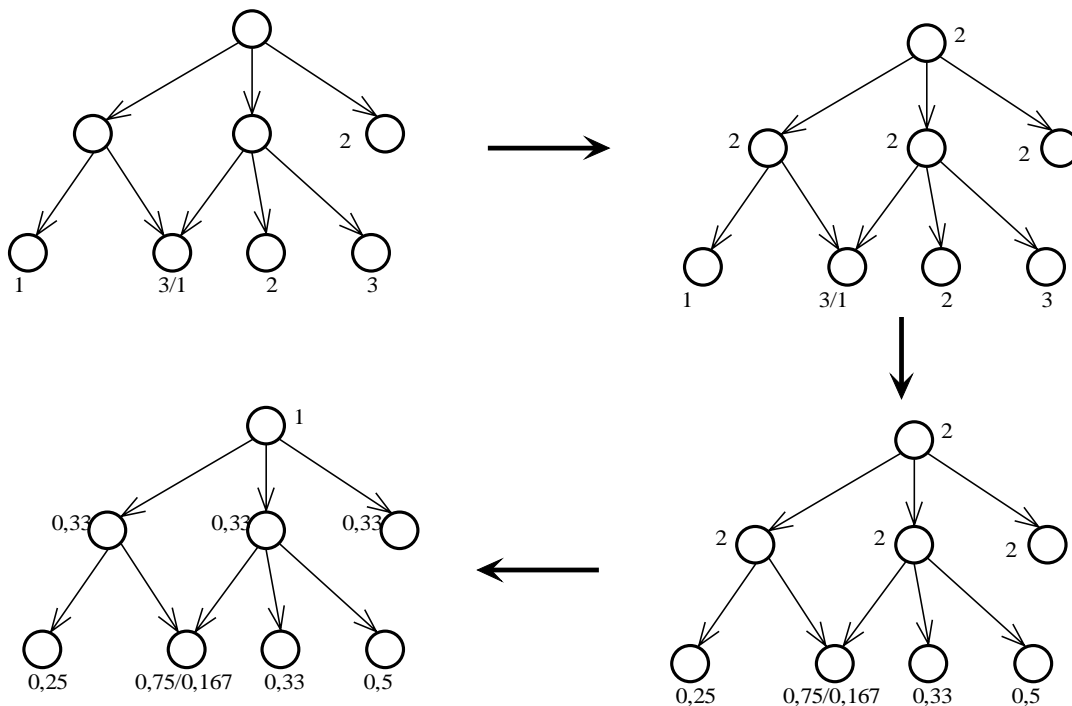


Abbildung 4-2: Bottom-up-Vergabe von Gewichtungen im Graphen eines polyhierarchischen Anforderungsmodells.

Dargestellt ist der Graph eines Anforderungsmodells. O = Ziel bzw. Anforderung. Die Zahl gibt die Gewichtung des Knotens an. Es sind beispielhaft Schritte bei der Bottom-up-Vergabe von Gewichtungen dargestellt. Erläuterungen im Text.

Die eigentliche Gewichtung wird jeweils individuell, je nach Einsatzzweck und beteiligten Interessengruppen festgelegt. Elemente, die mehrere Oberelemente haben, erhalten durch das beschriebene Vorgehen verschiedene Gewichtungen - je nachdem, auf welches Oberelement sich die Betrachtung gerade bezieht. Dies macht inhaltlich Sinn, da das betrachtete Element unterschiedlich stark zu seinen verschiedenen Oberelementen beitragen kann.

4.3 Anwendung der Anforderungen

Die Möglichkeiten, Anforderungsmodelle anzuwenden, sind vielfältig (vgl. Tabelle 4-1). Ziel der Anwendung kann es sein, vor dem Hintergrund eines Anwendungszwecks eine bestimmte Aussage zu machen - z.B. über die Qualität der Informationsverarbeitung oder über das für einen Bereich optimale Softwareprodukt. Hier geht es also darum, *eine* Endzahl aus der Überprüfung der einzelnen Anforderungen zu erhalten, indem einzelne Werte miteinander verrechnet werden. Alternativ kann das Ziel sein, sich eine Übersicht über die Erfüllung einzelner Teilgraphen zu machen - in diesem Fall ist die Verwendung von Profilen besonders geeignet (siehe Kapitel 4.3.4).

Bei allen Anforderungsmodellen werden die Bewertungen der Unterelemente verrechnet, um die Bewertung des Oberelements zu erhalten. Es werden so die Bewertungen der Unterelemente "nach oben hin" miteinander verrechnet, bis letztlich ein Wert für die Wurzel des Graphen ermittelt werden kann. Als Zwischenprodukte erhält man dabei auch die Bewertungen der Anforderungsknoten sowie aller Ziele.

4.3.1 Festlegen von Normierungs-, Gewichtung- und Verrechnungsfunktionen

Die Normierungs-, Gewichtungs- und Verrechnungsfunktionen hängen vom geplanten Anwendungszweck des Anforderungsmodells ab. Sie werden daher erst an dieser Stelle festgelegt. Folgende Schritte sind beim Vorliegen eines Anforderungsmodells vor der eigentlichen Durchführung der Bewertung durchzuführen:

Festlegen der Normierungsfunktionen α

Die Normierungsfunktionen sollen die tatsächlichen Ausprägungen jeder Anforderung auf eine gemeinsame Skala abbilden (siehe Kapitel 3.3.3). Hierfür muß für alle möglichen Ausprägungen aller Blattanforderungen die Abbildung auf eine gemeinsame Skala festgelegt werden.

Die Skala selber kann intervallskaliert sein (z.B. 0 - 3 oder 1 -5), oder ordinalskaliert (z.B. "nicht erfüllt", "teilweise erfüllt", "ganz erfüllt"). Die möglichen Ausprägungen müssen dann jeweils einem Wert dieser Skala zugeordnet werden.

Vor Anwendung eines Anforderungsmodells müssen also folgende Informationen vorhanden sein:

- Menge aller möglichen Ausprägungen für alle Blattanforderungen;
- Festlegung einer normierten, quantitativen Skala;
- Abbildung aller möglichen Ausprägungen auf jeweils einen Wert der Skala (Normierungsfunktionen).

Festlegen der Gewichtungsfunktionen β

Die Gewichtungsfunktionen gewichten die normierten Bewertungen von Anforderungen (siehe Kapitel 3.3.3). Es muß festgelegt werden, wie die normierten Bewertungen und die jeweilige Gewichtung eines Elements verrechnet werden sollen. Üblich ist hierbei die Multiplikation von Gewichtung und normierter Bewertung.

Ist keine Gewichtung erwünscht, entfällt dieser Schritt.

Festlegen der Verrechnungsfunktion χ

Die Verrechnungsfunktion dient zur Verrechnung der gewichteten, normierten Bewertungen der einzelnen Anforderungen (siehe Kapitel 3.3.3). So verrechnet sie die Bewertungen von Unterelementen zu der Bewertung ihres Oberelements, bis schließlich die Wurzel des Anforderungsmodells eine Bewertung erhält, die damit der Gesamtbewertung einer konkreten Ausprägung des Anforderungsmodells entspricht.

Typische Verrechnungsfunktionen sind Summenbildung, Mittelwertbildung und Produktbildung. Der jeweils passende Einsatzzweck wird im folgenden Kapitel 4.3.2 untersucht.

4.3.2 Typische Bewertungsszenarien

Je nach Einsatzzweck des Anforderungsmodells können vier typische Szenarien unterschieden werden. Sie unterscheiden sich insbesondere in der Wahl ihrer Normierungs-, Gewichtung- und Verrechnungsfunktionen:

1. *Keine Durchführung von Bewertungen:* Dies ist der triviale Fall, daß ein Anforderungsmodell nur zu Zwecken der Beschreibung und nicht der Bewertung eingesetzt wird. Hier reichen Minimalanforderungen mit Angabe von Name und Erläuterung im Anforderungsmodell aus. Weder Bewertungskriterien noch die drei Funktionen werden benötigt.
2. *Reine Betrachtung der Erfüllung bzw. Nichterfüllung von Anforderungen:* Die Normierungsfunktionen α bilden hier die tatsächliche Ausprägung auf eine nur zweistufige Skala (0 = nicht erfüllt, 1 = erfüllt) ab. Auf Gewichtungen wird dabei verzichtet. Die Verrechnungsfunktion besteht aus Summenbildung (= Zählen der erfüllten Anforderungen), Mittelwertbildung (= Prozentualer Anteil der erfüllten Anforderungen) oder Produktbildung (Oberelement nur erfüllt, wenn Unterelemente alle erfüllt).
3. *Nutzung komplexerer Normierungsskalen ohne Gewichtung:* Hier bilden die Normierungsfunktionen α die tatsächliche Ausprägung auf eine intervallbasierte Skala (z.B. 0 - 5) ab. Die Verrechnungsfunktion besteht häufig aus einer Summenbildung (= Ermittlung Gesamtbewertungen) oder Mittelwertbildung (= Ermittlung Durchschnittsbewertungen).
4. *Nutzung komplexerer Normierungsskalen mit Gewichtung:* Dies stellt die komplexeste Form der Bewertung und Verrechnung von Anforderungen dar. Die Normierungsfunktionen bilden wieder auf intervallbasierte Skalen ab. Alle Anforderungen sind gewichtet. Die Gewichtung erfolgt mittels Multiplikation. Die Verrechnungsfunktion besteht dann häufig aus der Aufsummierung der gewichteten Bewertungen. Ein Oberelement ist damit gleich dem gewichteten Mittelwert der Unterelemente. Diese Methode wird allgemein im Rahmen von Nutzwertanalysen (siehe z.B. in [Haux R et al. 1998]) eingesetzt.

Tabelle 4-13 stellt die verschiedenen Szenarien zusammen und gibt jeweils typische Anwendungsbeispiele an. Gegeben seien dabei eine Menge von Zielen und Anforderungen. Je nach Szenario werden unterschiedliche Eigenschaften der Ziele und Anforderungen betrachtet. Die verwendeten Variablenbezeichnungen sind den Definitionen aus Kapitel 3.3 entnommen: N ist der Name, E die Erläuterung, G die Gewichtung, K ein Bewertungskriterium, WK die Menge von möglichen Ausprägungen von K , $Soll$ der Sollwert, Ist der Istwert, B eine normierte Bewertung, GB die gewichtete normierte Bewertung einer Anforderung. GB_U sind die gewichteten Bewertungen der Unterelemente einer gegebenen Anforderung.

	1. Keine Bewertung	2. Bewertung nur Erfüllt/Nicht-erfüllt	3. Skalenbasiert ohne Gewichtung	4. Skalenbasiert mit Gewichtung
Betrachtete Eigenschaften der Ziele	N, E	N, E, B	N, E, B	N, E, G, B
Betrachtete Eigenschaften der Anforderungen	N, E	$N, E, K, \underline{WK}, Soll, Ist, B$	$N, E, K, \underline{WK}, Soll, Ist, B$	$N, E, G, K, \underline{WK}, Soll, Ist, B$
Typische Normierungsfunktion α_i	--	$\alpha_i(Ist) \in \{0, 0\}$	$\alpha_i(Ist) \in \{0-5\}$	$\alpha_i(Ist) \in \{0-5\}$
Typische Gewichtungsfunktion β_i	--	$\beta_i(B) = B$ (trivial)	$\beta_i(B) = B$ (trivial)	$\beta_i(B) = G*B$
Typische Verrechnungsfunktionen χ	--	$\chi(GB) = \Sigma B_U$ $\chi(GB) = \Sigma B_U/n$ $\chi(GB) = \Pi B_U$	$\chi(GB) = \Sigma B_U$ $\chi(GB) = \Sigma B_U/n$	$\chi(GB) = \Sigma GB_U$
Typischer Anwendungszweck	Rahmenplanung, Referenzmodelle	Überwachung der Informationsverarbeitung	Systembewertung	Systemauswahl, Nutzwertanalyse

Tabelle 4-13: Vier Verrechnungsszenarien innerhalb polyhierarchischer Anforderungsmodelle.

Bei Nutzung der ungewichteten Summenbildung sind Manipulationen am Endergebnis einfacher als bei der Mittelwertbildung. Durch Erhöhung der Anzahl der Teilelemente eines Elements kann bei Summenbildung seine Bewertung erhöht werden. Es ist daher sinnvoll, daß alle Elemente etwa die gleiche Anzahl von Unterelementen haben. Ansonsten sollte die Mittelwertbildung bevorzugt werden.

4.3.3 Durchführung der Bewertungen

Nach Festlegung der Normierungsfunktionen α , der Gewichtungsfunktion β und der Verrechnungsfunktion χ kann nun entsprechend den Ausführungen in Kapitel 3.3.3 die eigentliche Bewertung der Anforderungen durchgeführt werden. Für Elemente mit mehreren Oberelementen werden jeweils mehrere gewichtete Bewertungen (für jedes Oberelement eine) ermittelt. Bei der Verrechnung wird dann jeweils die zum betrachteten Oberelement passende gewichtete Bewertung genommen. Tabelle 4-14 stellt die Schritte im einzelnen vor.

Wiederhole für jede Blattanforderung A	
	Ermittle die tatsächliche Ausprägung von A
	Normiere die Bewertung von A mit Hilfe von α_i
Wiederhole, solange nicht alle Elemente gewichtet bewertet sind	
	Wiederhole für jedes Element N' , welches eine ungewichtete Bewertung hat
	Ermittle die gewichtete(n) Bewertung(en) von N' mit Hilfe von β_i
	Wiederhole für jedes Element N'' , welches noch keine Bewertung hat und dessen Unterelemente U_i alle gewichtet bewertet sind
	Ermittle die Bewertung von N'' mit Hilfe von χ

Tabelle 4-14: Durchführung von Bewertungen in polyhierarchischen Anforderungsmodellen.

Die Bewertung des Anforderungsmodells ist abgeschlossen, wenn für alle Elemente eine Bewertung vorliegt.

4.3.4 Darstellung der Ergebnisse

Die einfachste Darstellungsweise ist die Angabe der Bewertungen der Blattanforderungen in Form einer Tabelle. Ausgehend davon werden dann die Bewertungen aller Oberelemente errechnet, wie im vorherigen Kapitel erläutert.

Neben der Bestimmung "eines" Wertes, nämlich der Bewertung der Wurzel eines Anforderungsmodells, ist es häufig auch interessant, "Profile" zu bilden, also die Bewertungen des gesamten Anforderungsmodells übersichtlich darzustellen. Diese Darstellung kann z.B. in Form von Tabellen oder grafischen Profilen erfolgen.

Übliche grafische Darstellungsarten sind z.B. Polaritätsprofile und Kiviat-Graphen ([Seelos JH 1990]). Dabei wird für jedes überprüfte Kriterium der mögliche Wertebereich als Skala und der reale Wert als Punkt auf dieser Skala eingetragen. Bei Polaritätsprofilen werden die verschiedenen Kriterien untereinander geschrieben, so daß die Skalen übereinander angeordnet sind. Der Verlauf der realen Ausprägung je Kriterium ergibt damit ein Profil. Werden die Skalen der einzelnen Merkmale nicht untereinander angeordnet, sondern strahlenförmig um ein Zentrum angeordnet, spricht man von einem Kiviat-Graphen.

Ein Beispiel für ein Polaritätsprofil von Pflegeprozeßdokumentationssystemen findet sich in Kapitel 5.1.2, daher wird an dieser Stelle auf eine weitere Ausführung verzichtet.

Die Bildung von Profilen erlaubt zum einen einen guten Überblick über die Gesamtheit der überprüften Kriterien. Zum anderen können sie detaillierte Vergleiche verschiedener Objekte (z.B. Pflegeprozeßdokumentationssysteme) unterstützen, indem sie die Profile der verschiedenen Objekte nebeneinander anordnen. Eine Beispiel hierfür findet sich in [Francis I 1983], welcher Profile von statistischen Softwareprodukten sowie deren Bewertung durch Benutzer und Entwickler grafisch in Form von Profilen übersichtlich gegenüberstellt.

4.4 Eine 10-Schritt-Methode zur Anforderungsmodellierung

Die bisher vorgestellten Schritte werden in Tabelle 4-15 in einer 10-Schritt-Methode zur Anforderungsmodellierung zusammengefaßt.

<i>Schritt</i>	<i>Inhalt</i>	<i>Erläuterung</i>
1.	Festhalten von Interessengruppe und Anwendungszweck	Warum und für wen wird das Anforderungsmodell erstellt?
2.	Aufstellung der Ziele	Ermittlung und Verfeinerung der Ziele (vgl. Tabelle 4-3)
3.	Ableitung der Anforderungen	Ermittlung und Verfeinerung der Anforderungen (vgl. Tabelle 4-4) incl. Überprüfung von S-1 bis S-8 (vgl. Tabelle 4-5) und von I-1 bis I-11 (vgl. Tabelle 4-8), ggf. mit Korrektur des Modells
4.	Darstellung des Modells	Erstellen von Übersichts- und Detaildarstellung des Anforderungsmodells
5.	Festlegen der Bewertungskriterien	Festlegen der Bewertungskriterien und der möglichen Ausprägungen der Blattanforderungen
6.	Festlegen der Gewichte	Vergabe von Gewichtungen (bottom-up oder top-down)
7.	Festlegen von Normierungs-, Gewichtung- und Verrechnungsfunktionen	Abbildung der möglichen Ausprägungen auf eine Skala; Vergabe der Gewichtungen; Festlegen der Verrechnungsfunktion
8.	Durchführung der Bewertungen	Durchführung der Bewertung der Blattanforderungen mit Hilfe von Normierungs-, Gewichtung- und Verrechnungsfunktion und Ermittlung der Oberelemente (vgl. Tabelle 4-14)
9.	Darstellung der Ergebnisse	Grafische oder tabellarische Darstellung der Ergebnisse
10.	Interpretation der Ergebnisse	Auswertung der Ergebnisse vor dem Hintergrund des Anwendungszweckes (z.B. Auswahl eines Produktes, Bewertung der Informationsverarbeitung)

Tabelle 4-15: Eine 10-Schritt-Methode zur Anforderungsmodellierung bei polyhierarchischen Anforderungsmodellen.

Der letzte Punkt der 10-Schritt-Methode wurde eingefügt, um zu verdeutlichen, daß die Roh-Ergebnisse letztlich vor dem Hintergrund des Anwendungszweckes interpretiert werden müssen. Der erste und der letzte Schritt der Anforderungsmodellierung bilden damit den Rahmen für die Anforderungsmodellierung.

Die 10-Schritt-Methode umfaßt zwei Hauptteile: Schritt 1 - 5 (grau hinterlegt) dienen der Erstellung und Präsentation des Anforderungsmodells, während 6 - 10 seiner Anwendung dienen. Sollen Anforderungskataloge wiederverwendet werden, müssen wenigstens die Ergebnisse der Schritte 1 - 5 vorliegen. Sollen die Ergebnisse der Anwendung des Anforderungsmodells verglichen werden, müssen auch die Ergebnisse der Schritte 6 und 7 vorliegen und die vereinbarten Funktionen und Gewichte unverändert wiederverwendet werden.

4.5 Zusammenfassung

Das Vorgehen bei der Ermittlung und Darstellung von Anforderungsmodellen sowie Möglichkeiten zur Anwendung wurden vorgestellt. Basis waren die formalen Ausführungen aus Kapitel 3. Das Vorgehen konnte in einer 10-Schritt-Methode zusammengefaßt werden.

Eine Formalisierung der zentralen Schritte wurde angestrebt. Es konnten eine Reihe von konkreten Hinweisen sowie mehrere Algorithmen zur Vorgehensweise bei der Anforderungsmodellierung gegeben werden. Besonders untersucht wurde die Anwendung von Gütekriterien.

Damit Anforderungsmodelle von anderen Parteien weiterverwendet werden können, müssen zumindest die Schritte 1 - 5 durchgeführt und die Ergebnisse veröffentlicht werden. Das Ergebnis ist dann ein Anforderungsmodell, welches die Integritäts- und Gütekriterien erfüllt und einem bestimmten Anwendungszweck dient. Solche Anforderungsmodelle können als Referenzmodelle dienen.

Wenn die Ergebnisse der Anwendung eines Anforderungsmodells durch verschiedene Parteien zusätzlich direkt vergleichbar sein sollen, müssen auch die Schritte 6 - 7 durchgeführt und publiziert werden. Nur so ist gewährleistet, daß die gleichen Bewertungskriterien mit den gleichen möglichen Ausprägungen verwendet werden, und daß die gleichen Normierungs-, Gewichtung- und Verrechnungsfunktionen verwendet werden können.

Bei Befolgung der 10-Schritt-Methode sollten die entstehenden Anforderungsmodelle die Forderungen aus Kapitel 3 erfüllen, nämlich verständlich, eindeutig interpretierbar, einheitlich, übersichtlich, validierbar und in den verschiedenen Bereichen des Managements von Informationssystemen einsetzbar sein. Insgesamt wird die Erstellung des Anforderungsmodells sowie die eigentliche Bewertung nachvollziehbarer, und durch das systematische Vorgehen wird erreicht, daß keine wichtigen Aspekte übersehen werden.

Die systematische Anforderungsmodellierung garantiert aber nicht einen "fairen" Vergleich - durch geeignete Wahl der Gewichte sowie der Aufteilung eines Elements in Unterelemente können Bewertungen manipuliert werden. Es ist daher wichtig, hier besonders sorgfältig vorzugehen, und diese Festlegung *vor* Durchführung der eigentlichen Bewertung vorzunehmen. Außerdem sind alle Vereinbarungen (wie Gewichtungen und die verwendeten Funktionen) explizit anzugeben.

Die Anwendbarkeit der 10-Schritt-Methode zur systematischen Anforderungsmodellierung wird im folgenden Kapitel anhand von zwei Beispielen aus dem taktischen und dem strategischen Management überprüft.

5 Beispiele: Anforderungsmodelle im taktischen und strategischen Management

5.1 Ein Anforderungsmodell für ein Pflegeprozeßdokumentationssystem

Der zunehmende Wunsch nach besserer Unterstützung der Pflegeprozeßdokumentation (vgl. Kapitel 2.3.4) erfordert, daß die Anforderungen an ein entsprechendes System präzise formuliert werden können. Mit Hilfe dieser Anforderungen können bestehende Systeme dann bewertet, kommerzielle Systeme ausgewählt und Eigenentwicklungen geplant werden. Ein entsprechendes Anforderungsmodell kann auch zur Bewertung der Änderungen durch ein neues oder geändertes Pflegeprozeßdokumentationssystem genutzt werden.

Im folgenden wird ein solches polyhierarchisches Anforderungsmodell erarbeitet und vorgestellt (Kapitel 5.1.1). Es wird dann anschließend verwendet, um zwei konkrete Pflegeprozeßdokumentationssysteme (ein konventionelles und ein rechnerbasiertes) zu bewerten (Kapitel 5.1.2).

Im folgenden werden die Schritte bei der Erstellung und Anwendung des Anforderungsmodells, basierend auf der 10-Schritt-Methode zur Anforderungsmodellierung (vgl. Kapitel 4.4), dargestellt. Das vollständige Anforderungsmodell findet sich im Anhang in Kapitel 7.

5.1.1 Erstellung des Anforderungsmodells

Die Schritte 1 - 4 der Anforderungsmodellierung dienen der Erstellung des Anforderungsmodells.

Schritt 1: Festhalten der Interessengruppen und des Anwendungszwecks

Einsatzzweck des geplanten Anforderungsmodell ist die Auswahl und Bewertung von Pflegeprozeßdokumentationssystemen im Rahmen des taktischen Managements. Zentrale Interessengruppen sind die zukünftigen Benutzer, also das Pflegepersonal. Damit werden die Ziele basierend auf den Interessen der Pflegekräfte ermittelt, die Ziele anderer Berufsgruppen wie Ärzte oder Verwaltung werden in diesem Beispiel nicht berücksichtigt.

Schritt 2: Aufstellung der Ziele

Das Zielmodell soll möglichst übersichtlich bleiben, daher wird ein Umfang von ca. 40 Zielen gewählt und eine Detailliertheit von 3 Ebenen. Daraus ergibt sich eine ungefähre Anzahl von 3 Teilzielen je Oberziel. Als Wurzelziel wird "Ermöglichung einer maximalen Güte der Pflegedokumentation" gewählt.

Ausgehend von einem Wurzelziel werden die Ziele in einer Top-down-Vorgehensweise anhand verfügbarer Literatur (vgl. Kapitel 2.3.2) ermittelt. Dabei ist es möglich, auf Querverweise zwischen Zielen zu verzichten und so einen kreisfreien hierarchischen Graphen zu erhalten. Dies kommt der Übersichtlichkeit des Zielmodells sehr entgegen und erleichtert auch die tabellarische Darstellung.

Die Namen der Ziele sowie ihre Anordnung im Graphen finden sich in Kapitel 8.1. Die Namen sind so sprechend gewählt, daß auf die Angabe zusätzlicher Erläuterungen verzichtet werden kann.

Schritt 3: Aufstellung der Anforderungen

Das Anforderungsmodell sollte genügend detailliert sein, um vorhandene Pflegeprozeßdokumentationssysteme zu bewerten. Es wird daher eine Detailliertheit von 3 Ebenen sowie ein Umfang an Anforderungen von ca. 100 gewählt.

Jede erstellte Ebene wird nach Erstellung entsprechend den Vorgaben aus Kapitel 4.1 auf Fehler überprüft, bevor mit der Ableitung der nächsten Ebene begonnen wird. Die Hinweise zum Erkennen und Beheben von Asymmetrien werden angewandt - fehlerhafte Modellierungen werden korrigiert. Häufig können durch Änderung der Aufteilungen und Umformulierung betroffener Elemente Verbesserungen der Modellqualität erreicht werden. Dabei muß nach Änderungen die gesamte Ebene jeweils zyklisch erneut überprüft werden, um sich schrittweise einem konsistenten Modell anzunähern.

Die abschließende Prüfung aller Gütekriterien für polyhierarchische Anforderungsmodelle zeigt keine Verletzungen mehr. Dies deutet auf eine sinnvolle Strukturierung des Erstellungsprozesses hin (vgl. Kapitel 4). Es zeigt sich, daß die tabellarische Darstellung bereits bei diesem noch relativ kleinen Modell erheblich übersichtlicher ist als die grafische Darstellung.

Die Namen der Anforderungen sowie ihre Anordnung im Graphen finden sich in Kapitel 8.2. Die Namen sind so sprechend gewählt, daß auf die Angabe zusätzlicher Erläuterungen verzichtet werden kann.

Schritt 4: Darstellung des Modells

Das vollständige Anforderungsmodell findet sich im Anhang in Kapitel 7. Das Zielmodell ist dabei als Tabelle in Kapitel 8.1, das Anforderungsmodell ebenfalls als Tabelle in Kapitel 8.2 dargestellt. Die Übersichtsdarstellung erfolgt in Form einer Grafik in Kapitel 8.3.

5.1.2 Anwendung zur Bewertung von zwei Pflegeprozeßdokumentationssystemen

Das erstellte Anforderungsmodell wird verwendet, um zwei Pflegeprozeßdokumentationssysteme zu bewerten: auf der einen Seite ein konventionelles System, basierend auf eigenentwickelten Formularen der Psychiatrischen Universitätsklinik Heidelberg, auf der anderen Seite ein rechnergestütztes System (PIK 4.0[®] der Länderprojektgruppe PIK⁵). Ziel ist, die Entscheidung zu unterstützen, ob in Zukunft im Universitätsklinikum Heidelberg ein rechnergestütztes Pflegeprozeßdokumentationssystem eingesetzt werden soll.⁶

Dabei werden entsprechend dem Verständnis eines Dokumentationssystems (vgl. Definitionen in Kapitel 2.3) nicht nur das Werkzeug an sich, sondern auch die zugehörigen Organisationspläne und Abläufe berücksichtigt. So sind z.B. für das konventionelle System keine vordefinierten Pflegepläne verfügbar, diese können aber in Form einer konventionellen Liste o.ä. zur Verfügung gestellt werden.

Schritt 5: Festlegen der Bewertungskriterien

Zunächst werden die Bewertungskriterien der Blattanforderungen und ihre möglichen Ausprägungen ausgearbeitet. Dabei werden jeder Blattanforderung 4 mögliche Ausprägungen zugeordnet. Durch die gleiche Anzahl möglicher Ausprägungen pro Anforderung wird die Definition der Normierungsfunktion später erleichtert (vgl. Schritt 7).

Bei der Aufstellung der Bewertungskriterien zeigen sich einige auch in der Literatur erwähnte Probleme - so ist es teilweise schwierig, eindeutige Bewertungskriterien zu finden, außerdem sollten die möglichen Ausprägungen disjunkt und möglichst gleich verteilt sein. Für die meisten Kriterien können aber schließlich aussagekräftige und überprüfbare Maße gefunden werden.

Die Liste der Bewertungskriterien aller Blattanforderungen findet sich im Anhang in Kapitel 8.4.

Schritt 6: Festlegen der Gewichte

Auf das Festlegen von Gewichten wird verzichtet, da ein globaler Vergleich zwischen Pflegeprozeßdokumentationssystemen ermöglicht werden soll, ohne daß bestimmte Aspekte stärker gewichtet werden als andere.

⁵ Kontaktadresse: Projektleitung PIK, Deutsches Herzzentrum München, Lazarettstr. 36, 80636 München.

⁶ Es sei darauf hingewiesen, daß die Bewertung der Pflegeprozeßdokumentationssysteme ausschließlich aufgrund der subjektiven Erfahrungen und Beobachtungen der Verfasserin erfolgt und völlig unverbindlich ist. Sie beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Versionen der Systeme. Andere Personen können zu gänzlich anderen Bewertungen kommen, ebenso können sie sich bei der Betrachtung anderer Versionen ändern. Jeder Interessierte ist aufgerufen, sich eine eigene Meinung zu bilden. Alle Bewertungen im folgenden sind daher nicht verallgemeinerbar und ohne Gewähr.

Schritt 7: Festlegen von Normierungs-, Gewichtung- und Verrechnungsfunktionen

Die Normierungsfunktionen α bilden die (jeweils vier) möglichen Ausprägungen WK des Bewertungskriteriums jeder Anforderung auf eine Skala von 0 - 3 ab: $\alpha: WK \rightarrow \{0, 1, 2, 3\}$. Die ausführliche Darstellung der Abbildung für jede Blattanforderung findet sich in Kapitel 8.4.

Die Gewichtungsfunktion β bildet, da keine Gewichtungen vergeben werden sollen, formal die Bewertung B einer Anforderung auf sich selber ab: $\beta(B) = B$.

Die Verrechnungsfunktion χ wird wie folgt festgelegt: Die Bewertung eines Oberelements B ergibt sich aus dem Mittelwert der Bewertungen seiner n Unterelemente B_U . $\chi(B) = \Sigma B_U/n$. Dadurch ist der Wertebereich der Bewertungen aller Elemente des Anforderungsmodells einheitlich 0-3, was direkte Vergleiche vereinfacht.

Schritt 8: Durchführung der Bewertungen

Mit Hilfe der in Schritt 5 festgelegten Bewertungskriterien werden beide Pflegeprozeßdokumentationssysteme bewertet. Zunächst wird die tatsächliche Ausprägung der Blattanforderungen ermittelt. Diese werden dann über die Normierungsfunktion auf die Skala von 0-3 normiert. Anschließend werden die Bewertungen der übrigen Anforderungen mittels der Verrechnungsfunktion (also per Mittelwertbildung) berechnet. Anschließend werden die Bewertungen der Ziele mittels der Verrechnungsfunktion ermittelt.

Die tatsächlichen Ausprägungen aller Blattanforderungen für beide Pflegeprozeßdokumentationssysteme finden sich in Kapitel 8.5.1.

Schritt 9: Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Bewertungen finden sich im Anhang in Kapitel 8.5.

In Kapitel 8.5.1 werden die tatsächlichen Ausprägungen der Blattanforderungen dargestellt. Außerdem ist hier das Ergebnis der Anwendung der Normierungsfunktionen für die Blattanforderungen angegeben. Kapitel 8.5.2 beschreibt die daraus errechneten Bewertungen der übrigen Anforderungen und Kapitel 8.5.3 die daraus ermittelte Bewertung der Ziele. Die Darstellung erfolgt jeweils in Tabellenform.

Zusätzlich werden die Bewertungen der sieben Hauptziele in Form eines Polaritätsprofils dargestellt (Kapitel 8.5.4). Dieses Polaritätsprofil veranschaulicht besonders deutlich die stark unterschiedliche Bewertung der beiden betrachteten Pflegeprozeßdokumentationssysteme.

Schritt 10: Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, daß das rechnerunterstützte System bei dieser Bewertung in allen sieben Hauptzielen besser abschneidet als das bisherige konventionelle Pflegeprozeßdokumentationssystem. Der größte Vorsprung ergibt sich dabei im Bereich der Unterstützung des Pflegemanagements und der Professionalisierung der Pflege.

5.1.3 Validierung der Ergebnisse

Die beschriebenen Ergebnisse werden im folgenden verglichen mit den Ergebnissen einer größeren Studie, welche Anfang 1999 in der Psychiatrischen Universitätsklinik stattfand, und an der die Autorin maßgeblich beteiligt war. Im Rahmen der Studie arbeiteten die Pflegekräfte einer geschlossenen psychiatrischen Station zwei Monate lang mit PIK[®] 4.0 im Routinebetrieb und sammelten so Erfahrungen. Einzelheiten zur Studie finden sich in [Ammerwerth E et al. 1999] und [Ammerwerth E et al. 1999]).

Vor Beginn bzw. nach Ende dieses Zeitraumes wurden sie (unter anderem) zu ihrer Einschätzung vom konventionellen bzw. rechnergestützten System mittels standardisiertem Fragebogen befragt. Die Pflegekräfte konnten dabei jeweils auf einer Skala von 1 - 4 (1 = völlige Ablehnung der Aussage, 4 = völlige Zustimmung zur Aussage) Stellung zu bestimmten Aussagen nehmen. Antworten liegen dabei von 11 Pflegekräften vor.

Die Ergebnisse zeigen viele Übereinstimmungen zwischen den Aussagen der Pflegekräfte und den Ergebnissen bei Anwendung des Anforderungsmodells. Tabelle 5-1 stellt die Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Zustimmung der Pflegekräfte zu den 12 Aussagen des Fragebogens dar. Die Aussagen sind nach dem Grad der Zustimmung geordnet.

Um die Ergebnisse dieser Befragung und der in Kapitel 5.1.2 vorgenommenen Bewertung vergleichbar zu machen, werden auch die entsprechenden Ziele und Anforderungen des Anforderungsmodells in Kapitel 5.1.1 dargestellt (die Numerierung bezieht sich dabei auf die Tabellen in Kapitel 7).

	<i>Aussage aus dem verwendeten Fragebogen</i>	<i>Mittelwert (n=11)</i>	<i>Konfidenzintervall ($\alpha = 5\%$)</i>	<i>vgl. Ziel bzw. Anforderung</i>
1.	Die Informationen sind im rechnergestützten System besser lesbar	3,27	[2,74; 3,80]	Z7.2.3
2.	Mit dem rechnergestützten System hat man einen besseren Überblick über den Pflegeverlauf	3,27	[2,84; 3,71]	Z1.2
3.	Die Informationen sind im rechnergestützten System übersichtlicher	3,18	[2,59; 3,77]	A2
4.	Die Informationen sind im rechnergestützten System vollständiger	3,09	[2,53; 3,65]	Z5.1.2
5.	Das rechnergestützte System verbessert die Qualität der Pflegedokumentation	3,00	[2,33; 3,67]	Z*
6.	Die Einarbeitung in das rechnergestützte System kann relativ schnell erfolgen	2,91	[2,44; 3,38]	Z7.2.1
7.	Die pflegerischen Begriffe gleichen sich durch Rechnerunterstützung der Pflegedokumentation an	2,73	[2,29; 3,16]	Z1.1.3
8.	Das rechnergestützte System ist benutzerfreundlich	2,73	[2,41; 3,04]	Z7
9.	Das rechnergestützte System erleichtert die Dokumentation	2,45	[1,90; 3,00]	Z7.2.2
10.	Durch Nutzung des rechnergestützten Systems kann insgesamt Zeit gespart werden	2,27	[1,66; 2,88]	Z7.2
11.	Die pflegerischen Tätigkeiten vereinheitlichen sich durch die Nutzung des rechnergestützten Systems	2,27	[1,74; 2,80]	Z1.1.4
12.	Durch das rechnergestützte System müssen weniger Informationen mehrfach erfaßt werden	2,00	[1,40; 2,60]	A4

Tabelle 5-1: Ergebnisse der Befragung von 11 Pflegekräften zur Einschätzung eines Pflegedokumentationssystems.

Man erkennt eine deutlich überwiegend positive Bewertung des eingesetzten rechnergestützten Pflegeprozeßdokumentationssystems, verglichen mit der konventionellen Variante.

Aufgrund der unterschiedlichen Erhebungsmethoden ist es nicht sinnvoll, die Ergebnisse der Studie sowie die Bewertung anhand des Anforderungskatalogs direkt zu vergleichen. Auch sind im Fragebogen nur Teilbereiche des in Kapitel 7 dargestellten Anforderungsmodells abgefragt worden (in der Studie waren vor allem die Aspekte Benutzerfreundlichkeit, Zeitersparnis und Qualitätsverbesserung untersucht worden). In der Tendenz bestätigen aber die beschriebenen Ergebnisse der Studie die Ergebnisse bei der Bewertung des Anforderungsmodells - das rechnergestützte Pflegeprozeß-dokumentationssystem unterstützt insgesamt die sieben aufgestellten Hauptziele besser als das konventionelle System.

5.2 Ein Referenz-Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung in der Pflege

Im Rahmen der zunehmend geforderten Kosten- und Leistungstransparenz im Gesundheitswesen wird die Bedeutung der Pflege als Kosten- und Qualitätsfaktor immer mehr erkannt. In diesem Zusammenhang wächst der Wunsch, auch die Informationsverarbeitung in der Pflege bewerten zu können. Um hier Aufwände zu minimieren und Bewertungen vergleichbar zu machen, ist die Erstellung eines Referenz-Anforderungsmodells sinnvoll.

Es wird daher im folgenden ein solches Referenz-Anforderungsmodell erstellt (Kapitel 5.2.1) und anschließend verwendet, um die Qualität der Informationsverarbeitung in der Pflege in fünf deutschen Krankenhäusern bzw. Universitätsklinikum durch die jeweiligen Pflegedienstleitungen bzw. Pflegedirektoren bewerten zu lassen (in Kapitel 5.2.2). Die Ergebnisse geben zum einen Aufschluß über die Qualität der Informationsverarbeitung, zum anderen ermöglichen sie eine Überprüfung der Einsetzbarkeit des erstellten Referenz-Anforderungsmodells. Details zur Erstellung und Anwendung finden sich in [Ammerwerth E 1999].⁷

5.2.1 Erstellung des Referenz-Anforderungsmodells

Entsprechend den Schritten 1 - 4 aus Kapitel 4.4 wird das Referenz-Anforderungsmodell erstellt.

Schritt 1: Festhalten der Interessengruppen und des Anwendungszwecks

Ein Referenz-Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus kann als Basis für Rahmenkonzepte sowie für die Planung und für die Bewertung der Informationsverarbeitung in der Pflege verwendet werden. Einsatzbereich ist überwiegend das strategische Management.

Zentrale Interessengruppe ist zum einen das Pflegepersonal selber, zum anderen die Pflegeleitung (also Stationsleitung, Pflegedienstleitung und Krankenhausleitung). Basierend auf diesen Interessengruppen werden die Ziele der Informationsverarbeitung in der Pflege abgeleitet. Andere Berufsgruppen wie die Ärzte werden nicht berücksichtigt.

Schritt 2: Aufstellung der Ziele

Um das Zielmodell übersichtlich zu halten und um seinen strategischen und werkzeugunabhängigen Charakter zu betonen, werden nur die funktionalen Anforderungen an die Informationsverarbeitung in der Pflege untersucht.

Aufgrund des geplanten Einsatzzwecks reicht ein geringer Umfang des Modells mit ca. 20 Zielen und 2 Gliederungsebenen. Daraus ergibt sich eine ungefähre Anzahl von 4-5 Teilzielen je Oberziel. Als Wurzelziel wird "Optimale Unterstützung der Pflege" gewählt. Die übrigen Ziele werden top-down auf Basis verfügbarer Literatur ermittelt.

⁷ Die im Rahmen des BMBF-Projekts "Unterstützung des Pflegeprozesses durch Informations- und Kommunikationstechniken" geführten Diskussionen haben zur Erstellung des Referenz-Anforderungsmodells beigetragen. Die Autorin möchte sich bei allen Kolleginnen und Kollegen aus Dresden, Arnsdorf, München, Heidelberg und Augsburg für ihre Kommentare und Anregungen bedanken.

Die Namen der Ziele sowie ihre Anordnung im Graphen finden sich in Kapitel 9.1. Die Namen sind so sprechend gewählt, daß auf die Angabe zusätzlicher Erläuterungen verzichtet werden kann.

Schritt 3: Aufstellung der Anforderungen

Aufgrund der strategischen Zielrichtung des Referenz-Anforderungsmodells genügt bei den Anforderungen ein geringer Detaillierungsgrad von einer Ebene mit ca. 50 Anforderungen. Aufgrund der geringen Detailliertheit kann jede Anforderung genau einem Ziel zugeordnet werden.

Die Überprüfung der Gütekriterien ergibt keine Probleme.

Die Namen der Anforderungen sowie ihre Anordnung im Graphen finden sich in Kapitel 9.2. Die Namen sind so gewählt, daß auf die Angabe zusätzlicher Erläuterungen verzichtet werden kann.

Schritt 4: Darstellung des Modells

Das vollständige Anforderungsmodell findet sich im Anhang in Kapitel 9. Das Zielmodell findet sich in Kapitel 9.1, das Anforderungsmodell in Kapitel 9.2. Beide sind als Tabelle dargestellt.

5.2.2 Anwendung zur Bewertung der Informationsverarbeitung in der Pflege

Das erstellte Referenz-Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung in der Pflege wurde in Zusammenarbeit mit dem BMBF-Projekt "Unterstützung des Pflegeprozesses durch Informations- und Kommunikationstechniken" (Laufzeit: 1996 - 1999) im Frühjahr 1998 zur Bewertung der Informationsverarbeitung in fünf Kliniken eingesetzt. Folgende Kliniken nahmen daran teil:

1. Universitäts-Hautklinik Heidelberg
2. Psychiatrische Universitätsklinik Heidelberg
3. Sächsisches Landeskrankenhaus für Psychiatrie und Neurologie Arnsdorf
4. Deutsches Herzzentrum München
5. Zentralklinikum Augsburg

Die jeweiligen Pflegedienstleitungen bzw. Pflegedirektoren wurden gebeten, auf einer Skala von 0 (minimal) bis 5 (maximal) die Güte der Erfüllung der Anforderungen in ihrer Klinik zu bewerten.

Schritt 5: Festlegen der Bewertungskriterien

Als Bewertungskriterium wurden einheitlich für jede Anforderung die "Qualität und Kosten der genannten Funktion" vorgegeben. Als mögliche Ausprägungen wurden 1=minimal bis 5=maximal vorgegeben. Diese globale Vorgabe hat den Vorteil, daß die Teilnehmer die Bewertung der Anforderungen auf Basis ihres Gesamteindrucks vornehmen können.

Schritt 6: Festlegen der Gewichte

Die Gewichte wurden durch die Teilnehmer vergeben. Sie wurden aufgefordert, auf einer Skala von 0 (minimal) bis 5 (maximal) die Gewichtung der Blattanforderungen anzugeben. Aus dem Mittelwert dieser fünf Einzelangaben wurde dann das Gewicht jeder Blattanforderung errechnet. Auf Basis dieser Gewichtungen wurde anschließend bottom-up über Mittelwertbildung die Gewichtungen der übrigen Anforderungen und der Ziele ermittelt. Ausgehend von den absoluten Gewichten wurden anschließend die relativen Gewichte aller Elemente ermittelt (Details hierzu siehe Kapitel 4.2.3) .

Das Ergebnis der Gewichtungen ist für alle Anforderungen und Ziele in Kapitel 9.3 dargestellt.

Schritt 7: Festlegen von Normierungs-, Gewichtungs- und Verrechnungsfunktionen

Als Normierungsfunktionen α wurde für jede Anforderung folgende Funktion gewählt: $\alpha_i: WK \rightarrow \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$. Da die möglichen Ausprägungen ebenfalls in der Menge von 1-5 liegen, sind die Normierungsfunktionen trivial.

Als Gewichtungsfunktionen β wurde die Multiplikation gewählt: $\beta_i(B) = G * B$.

Die Verrechnungsfunktion χ wurde wie folgt festgelegt: die Bewertung eines Oberelements B ergibt sich aus der Summe der gewichteten Bewertungen seiner n Unterelemente B_U . $\chi(B) = \sum GB_U$

Schritt 8: Durchführung der Bewertungen

Die Teilnehmer führten auf Basis der Bewertungskriterien (vgl. Schritt 5) die Bewertung der Informationsverarbeitung der Pflege in ihren Häusern durch. Die Einzelbewertungen sind in Kapitel 9.4.1 dargestellt. Die Bewertungen der Einzelelemente wurden anschließend gewichtet und dann die Bewertungen der Ziele ermittelt (Kapitel 9.4.2).

Für das Haus 3 lagen eine Reihe von Bewertungen von Anforderungen nicht vor (siehe Kapitel 9.4.1). Für dieses Haus wurden diese fehlenden Anforderungen daher ganz aus der Bewertung herausgenommen. Danach mußten die relativen Gewichte neu berechnet werden. Die Bewertungen von Haus 3 können damit nur eingeschränkt mit den Bewertungen der übrigen Häuser verglichen werden.

Schritt 9: Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Bewertungen finden sich im Anhang in Kapitel 9.4. Die vergebenen bzw. verrechneten Bewertungen sind in Kapitel 9.4.1 und 9.4.2 dargestellt. In 8.4.3 sind die Bewertungen der Ziele in Form von Polaritätsprofilen verglichen. Letzteres veranschaulicht die unterschiedlich beurteilten Stärken und Schwächen der Informationsverarbeitung in der Pflege in den fünf Häusern.

Schritt 10: Interpretation der Ergebnisse

Haus 4 bewertete nahezu durchgehend die Informationsverarbeitung in der Pflege als höchstes (Abbildung 9-1). In diesem Haus war auch der höchste Grad der Rechnerunterstützung zu beobachten (nahezu alle Tätigkeiten der Pflege werden durch EDV unterstützt). Gleichzeitig bewertete aber auch Haus 3 die Informationsverarbeitung als relativ gut. In diesem Haus war zum Zeitpunkt der Befragung noch keine EDV in der Pflege im Einsatz. Dadurch wird deutlich, daß der Grad der Güte der Informationsverarbeitung nicht nur von der Verfügbarkeit von EDV abhängt. Auch konventionelle Werkzeuge der Informationsverarbeitung können die Informationsverarbeitung in der Pflege adäquat unterstützen.

Haus 1 und 2, welche beide im gleichen Universitätsklinikum beheimatet sind, bewerteten die Informationsverarbeitung in der Pflege sehr ähnlich (Abbildung 9-2). Bei ähnlicher EDV-Ausstattung und ähnlichen organisatorischen Rahmenbedingungen scheint die Fachrichtung damit nur geringen Einfluß auf die Bewertung der Informationsverarbeitung in der Pflege zu haben. Weitere Hinweise finden sich in [Ammerwerth E 1999].

5.3 Zusammenfassung

Die Anwendung der 10-Schritt-Methode an zwei Beispielen erlaubte jeweils eine systematische und weitgehend überprüfbare Aufstellung eines polyhierarchischen Anforderungsmodells. Die Beispiele zeigen aber auch, daß die inhaltliche Güte des Modells weitgehend vom Modellierer abhängt. Die vorgegebene Systematik zur Anforderungsmodellierung sowie insbesondere die Gütekriterien können hierbei als Leitlinie dienen, welche bei der Erstellung, Überprüfung und Nutzung unterstützen.

Das erstellte polyhierarchische *Anforderungsmodell eines Pflegeprozeßdokumentationssystems* mit drei Ziel- und drei Anforderungsebenen erlaubt mit seinen relativ groben Bewertungskriterien den Vergleich unterschiedlicher Pflegeprozeßdokumentationssysteme. Um zwei Systeme detaillierter vergleichen zu können (z.B. im Rahmen einer Kaufentscheidung), reicht das aufgestellte Anforderungsmodell nicht aus. So sind *detaillierte* Anforderungen an das Werkzeug zur Pflegedokumentation wie z.B. Möglichkeiten zum Ausdrucken von Formularen, Details zur Benutzerschnittstelle, Schnittstellen zu Patientenverwaltungssystemen und Details der Katalogpflege nicht im Modell enthalten.

Sollte der Anwendungszweck des Anforderungsmodells in diese Richtung erweitert werden, müßten die bisher erarbeiteten Anforderungen weiter verfeinert werden. Für den gewählten Einsatzzweck in dieser Arbeit, nämlich einem generellen Vergleich von zwei sehr unterschiedlichen Systemen, war der Detaillierungsgrad des Anforderungsmodells aber adäquat.

Das erstellte polyhierarchische *Anforderungsmodell zur Bewertung der Informationsverarbeitung in der Pflege* dagegen erlaubt einen allgemeinen Überblick über die Qualität der Informationsverarbeitung. Das Anforderungsmodell kann als Referenzmodell für die Informationsverarbeitung in der Pfl-

ge im Rahmen des strategischen Managements eingesetzt werden. Durch Vorgabe anderer Gewichtungen können individuelle Besonderheiten berücksichtigt werden.

Aufgrund der sehr globalen Bewertungskriterien, die verwendet wurden, sind die Bewertung verschiedener Häuser nicht ohne weiteres direkt vergleichbar. Die Bewertungen sind dadurch relativ subjektiv geprägt und nicht direkt objektiv nachprüfbar. Vor einer breiteren Anwendung sollten daher die Bewertungskriterien verfeinert werden.

Zusammenfassend zeigen die in den Beispielen erstellten und auch angewandten Anforderungsmodelle, daß die 10-Schritt-Methode sowie die zugrunde liegende Methodik adäquat anwendbar ist sowohl für Anwendungen im taktischen als auch im strategischen Management.

6 Zusammenfassung und Diskussion

6.1 *Beantwortung der Fragestellung*

Zusammenfassend können nun die Fragen aus Kapitel 1.5 beantwortet werden.

FI.1 Was sind Anforderungsmodelle? Welche Typen von Anforderungsmodellen gibt es?

Anforderungsmodelle enthalten nach Kapitel 2.1 die aus der Sicht eines Modellierers relevanten Anforderungen an ein reales oder fiktives System. Es wurde festgehalten, daß Anforderungsmodelle damit jeweils eine mögliche Sichtweise darstellen.

In Kapitel 2.6 werden Anforderungsmodelle im Bereich des taktischen Managements von Informationssystemen vorgestellt. Hierzu gehören Anforderungsmodelle zur Systembewertung, zur Systemauswahl und zur Systementwicklung. Sie unterscheiden sich zum Teil erheblich in dem Grad ihrer Formalisierung, ihrer Darstellung, ihrer Anwendung und der verwendeten Bezeichnungen.

Kapitel 2.7 stellt Anforderungsmodelle im Bereich des strategischen Managements von Informationssystemen vor. Hier können Anforderungsmodelle zur Planung sowie solche zur Überwachung von Informationssystemen unterschieden werden. Auch hier findet man verschiedene Formalisierungsgrade und unterschiedliche Darstellung und Anwendung.

Insgesamt ergibt die Untersuchung der Literatur eine Vielfalt an Einsatzgebieten, Bezeichnungen und Methoden bei der Anforderungsmodellierung im Bereich des Managements von Informationssystemen.

FI.2 Welche Ansätze und Probleme gibt es bei der Modellierung von Anforderungen an die Informationsverarbeitung?

Die Ansätze und Probleme werden in Kapitel 2.6 und 2.7 dargestellt.

Zur Ermittlung von Anforderungen werden üblicherweise Befragungen von Experten bzw. Benutzern, Literaturanalysen, Analyse der relevanten Systemziele, Ist-Analysen sowie Analysen von Produkten bzw. Prototypen eingesetzt.

Die Darstellung der Anforderungen erfolgt auf der einen Seite häufig informell oder semiformal unter Benutzung von Freitext, Aufzählungen oder Katalogen. Auf der anderen Seite gibt es eine Fülle von formalen Sollmodellen, insbesondere im Bereich der Systementwicklung.

Typische Probleme bei der Anforderungsmodellierung finden sich bei der Ermittlung von Anforderungen, ihrer Darstellung, und ihrer Anwendung. Die Ermittlung wird immer wieder als sehr aufwendig beschrieben aufgrund der Komplexität der Informationsverarbeitung in Krankenhäusern, der häufigen Widersprüchlichkeit von Anforderungen sowie der Schwierigkeit, ihre Vollständigkeit zu garantieren.

Probleme bei der Darstellung liegen in der oft zu allgemeinen oder mehrdeutigen Formulierung. Aus diesem Grund werden häufig formale Darstellungsarten gewählt, die aber wiederum für ungeübte Benutzer nicht mehr verständlich sind. Bei der Anwendung von Anforderungen stellt sich oft heraus, daß bereits vorhandene Anforderungsmodelle nicht verwendet werden können, da sie z.B. eine andere Zielsetzung haben, oder ihr Inhalt bzw. ihre Herleitung nicht nachvollziehbar ist.

FI.3 Welche Anforderungen an Anforderungsmodelle für Informationsverarbeitung lassen sich ableiten?

Um die genannten Probleme zu lösen, sollten Anforderungsmodelle formal genug sein, so daß Unklarheiten und Mehrdeutigkeiten vermieden und ihre Güte überprüft werden kann. Trotzdem sollten sie auch für Nichtexperten verständlich sein. Hierzu tragen eine einfache Sprache und eine grafische Darstellung bei. In jedem Fall sollten die Ziele der unterschiedlichen Interessengruppen von Beginn an intensiv berücksichtigt werden. Hierbei sind auftretende Widersprüche frühzeitig zu erkennen und

möglichst aufzulösen. Außerdem sollten Anforderungen gewichtet werden können, so daß ein vorhandenes Anforderungsmodell durch die Vergabe unterschiedlicher Gewichtungen an den jeweiligen Anwendungszweck und die jeweilige Fragestellung angepaßt werden kann.

Der Prozeß der Anforderungsmodellierung sollte außerdem in einem Vorgehensmodell beschrieben sein, damit kein Schritt vergessen wird, und damit das entstandene Anforderungsmodell nachvollziehbar ist. Die Unterstützung der Anforderungsmodellierung durch ein rechnergestütztes Werkzeug scheint dabei sinnvoll.

F1.4 Wie kann ein Anforderungsmodell formal definiert werden?

Unter Berücksichtigung der Anforderungen an ein Anforderungsmodell wird in Kapitel 3 ein formales Modell dafür definiert.

Es geht davon aus, daß sich die Anforderungen schrittweise aus Systemzielen ableiten lassen (Kapitel 3.2). Dabei stehen Ziele und Anforderungen jeweils in einer Polyhierarchie zueinander - eine Anforderung kann sich z.B. aus mehreren übergeordneten Anforderungen ableiten lassen, welche sich wiederum aus den Zielen ableiten.

Aufbauend auf diesem zielbasierten Ansatz kann ein polyhierarchisches Anforderungsmodell formal definiert werden. Zunächst werden in Kapitel 3.3 Ziele und Anforderungen voneinander abgegrenzt und formal definiert werden. Anschließend wird das Anforderungsmodell vorgestellt (Kapitel 3.4). Ausgehend von der Wurzel (dem übergeordneten Systemziel) können schrittweise zunächst die Ziele, dann die Anforderungen abgeleitet werden. Die Anforderungen in den Blättern müssen so detailliert formuliert sein, daß sie konkret überprüfbar sind.

F1.5 Wie kann die Güte eines Anforderungsmodells überprüft werden?

Die Formalisierung eines polyhierarchischen Anforderungsmodells ermöglicht es, Gütekriterien zu definieren. Dabei kann zwischen strukturellen und inhaltlichen Gütekriterien unterschieden werden.

Die acht formulierten strukturellen Gütekriterien (Kapitel 3.4.2) betreffen die Struktur des Anforderungsmodells und sind automatisch überprüfbar. Sie garantieren unter anderem die Zyklen- und Sehnenfreiheit des Graphen sowie die Ausgewogenheit der Anzahl der Ober- bzw. Unterelemente.

Die elf inhaltlichen Gütekriterien (Kapitel 3.4.3) dagegen prüfen den Inhalt des Modells und sind daher nicht automatisch überprüfbar. Sie umfassen z.B. die Überprüfung der Widerspruchsfreiheit, Überlappungsfreiheit und Gleichdetailliertheit von Zielen und Anforderungen.

Alle Gütekriterien zusammen helfen, die Qualität des Anforderungsmodells zu prüfen. Bei Verletzungen von Gütekriterien können Korrekturen vorgenommen werden, welche im Detail vorgestellt wurden.

F2.1 Wie können Anforderungen an die Informationsverarbeitung systematisch ermittelt werden?

Zur systematischen Ermittlung von Anforderungen werden die folgenden aufeinander aufbauenden Schritte formuliert (Kapitel 4.1), welche den Schritten 1 - 3 in der 10-Schritt-Methode zur Anforderungsmodellierung entsprechen. Zunächst sollten die Interessengruppen sowie der Anwendungszweck der Anforderungsmodellierung festgehalten werden (Schritt 1). Anschließend werden die Ziele aufgestellt (Schritt 2). Aus diesen lassen sich dann schrittweise die Anforderungen ableiten, bis der zum Anwendungszweck passende Detaillierungsgrad erreicht ist. Parallel zu der Erstellung sollten dabei immer die Gütekriterien überprüft und das Modell ggf. korrigiert werden (Schritt 3). Zu allen genannten Punkten können detaillierte Algorithmen aufgestellt sowie konkrete Hinweise gegeben werden.

F2.2 Wie können Anforderungen an die Informationsverarbeitung systematisch dargestellt werden?

Die Darstellung von Anforderungsmodellen (Kapitel 4.2) entspricht den Schritten 4-6 in der 10-Schritt-Methode zur Anforderungsmodellierung. Sie beinhaltet zum einen die sinnvolle Kombination von drei Darstellungsmöglichkeiten (Schritt 4): Eine Übersichtsdarstellung (z.B. in Form einer grafischen Darstellung); eine vollständige Darstellung (z.B. als Tabelle); sowie die Darstellung ergänzender Informationen (wie Anwendungszweck, aufgetretene Zielkonflikte etc.). Zum anderen müssen die möglichen Ausprägungen der Blattanforderungen festgelegt (Schritt 5) und Gewichtungen für alle Knoten vergeben werden (Schritt 6). Letzteres kann dabei top-down oder bottom-up erfolgen.

F2.3 Wie können Anforderungen an die Informationsverarbeitung systematisch angewandt werden?

Die systematische Anwendung von Anforderungsmodellen (Kapitel 4.3) wird durch die Schritte 7 - 10 der 10-Schritt-Methode abgedeckt. Sie setzt zunächst voraus, daß folgende Funktionen festgelegt werden (Schritt 7): Normierungsfunktionen zur Normierung der tatsächlichen Ausprägungen aller Blattanforderungen, eine Gewichtungsfunktion zur Gewichtung der Ausprägungen, sowie eine Verrechnungsfunktion zur Ermittlung der Bewertung übergeordneter Knoten.

Typische Funktionen in Abhängigkeit von bestimmten Bewertungsszenarien können hierzu vorgestellt werden. Für die eigentliche Durchführung der Bewertungen (Schritt 8) kann ein Algorithmus angegeben werden. Die Ergebnisse der Bewertungen können in verschiedenen Formen (z.B. als Polaritätsprofil) dargestellt werden (Schritt 9). Abschließend sind die Ergebnisse in Bezug auf den Anwendungszweck des Anforderungsmodells zu interpretieren (Schritt 10).

Zum Schluß wird das beschriebene systematische Vorgehen zur Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungsmodellen in einer 10-Schritt-Methode zusammengefaßt.

F3.1 Wie sieht ein Anforderungsmodell für Pflegeprozeßdokumentationssysteme aus?

Basierend auf dem polyhierarchischen Anforderungsmodell sowie der 10-Schritt-Methode wird ein Ziel- und Anforderungsmodell für Pflegeprozeßdokumentationssysteme erstellt. Es umfaßt 57 Ziele und 84 Anforderungen. Das so erstellte Anforderungsmodell wird angewandt zur Bewertung zweier Pflegeprozeßdokumentationssysteme (eines konventionellen und eines rechnergestützten).

Die Ergebnisse zeigen eine höhere Bewertung des rechnergestützten Systems. Zur Absicherung werden die Ergebnisse verglichen mit den Ergebnisse einer größeren Studie, wobei sich im wesentlichen korrespondierende Ergebnisse finden.

Insgesamt zeigt die Erstellung und Anwendung eines polyhierarchischen Anforderungsmodells, daß die in dieser Arbeit erarbeitete Methode bei diesem Beispiel aus dem taktischen Management von Informationssystemen sinnvoll anwendbar ist und zu validen Ergebnissen führt. Die 10-Schritt-Methode erweist sich dabei als sehr hilfreich.

F3.2 Wie sieht ein Referenz-Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung in der Pflege aus?

In gleicher Weise wird ein Anforderungsmodell für das strategische Management von Informationssystemen erstellt, und zwar ein Funktionenkatalog für die Informationsverarbeitung in der Pflege. Er umfaßt 22 Ziele und 64 Anforderungen, wobei die geringere Zahl von Zielen, verglichen mit dem Beispiel aus F3.1, auf der strategischen Ausrichtung des Modells beruht.

Dieses Anforderungsmodell wird anschließend in fünf Krankenhäusern zur Bewertung der Qualität der Informationsverarbeitung in der Pflege verwendet. Die Ergebnisse aus den fünf Häusern zeigen einige interessante Unterschiede auf, welche sich u.a. durch die unterschiedliche EDV-Infrastruktur erklären lassen. Insgesamt finden sich aussagekräftige Ergebnisse und eine gute Anwendbarkeit des polyhierarchischen Anforderungsmodells auch in diesem Beispiel zum strategischen Management.

6.2 Erreichen der Ziele

Das Erreichen der Ziele der Arbeit wird im folgenden untersucht und diskutiert.

Z1 Ziel dieser Arbeit ist es, ein allgemeines Anforderungsmodell zu entwerfen, welches die Erstellung konkreter Anforderungsmodelle sowohl im taktischen als auch im strategischen Management von Informationssystemen ermöglicht.

Ein polyhierarchisches Anforderungsmodell wurde formal definiert. Aufgrund seiner Allgemeinheit kann es für verschiedene Bereiche des taktischen und des strategischen Managements eingesetzt werden. Es erfüllt die zentralen Anforderungen an Anforderungsmodelle, welche aus der Literatur abgeleitet werden konnten. So ist es formal und trotzdem verständlich. Außerdem konnten überprüfbare Gütekriterien formuliert werden. Insgesamt kann Z1 damit im wesentlichen als erreicht angesehen werden.

Zu diskutieren bleibt, warum bei den zahlreichen Ansätzen zur Anforderungsmodellierung in der Literatur keine passende Methodik gefunden werden konnte, und daher eine eigene entworfen werden mußte. Für diese Entscheidung war zum einen ausschlaggebend, daß alle vorhandenen Ansätze sich jeweils auf einen speziellen Einsatzzweck konzentriert hatten (z.B. ein Anforderungsmodell als Pflichtenheft im Rahmen einer Systementwicklung). Ihnen fehlte dadurch die genügende Allgemeinheit zur Anwendung in allen Bereichen des Managements von Informationssystemen. Zum anderen waren die meisten Ansätze entweder zu wenig formal (und damit nicht überprüfbar und nachvollziehbar) oder zu stark formal (und damit nicht mehr genügend einfach verständlich). Anforderungsmodelle sollen aber formal, aber gleichzeitig auch einfach und verständlich sein. So wurde letztlich entschieden, eine eigene Methode zu entwerfen, die diesen Anforderungen genügt. Dies scheint sich, wenn man die durchgeführten Beispiele betrachtet, insgesamt bewährt zu haben.

Ein wesentliches Ziel der Aufstellung einer eigenen Methode war, daß die Güte damit erstellter Anforderungsmodelle überprüfbar ist. Es konnten acht strukturelle und elf inhaltliche Gütekriterien formuliert werden. Aber nicht alle davon sind automatisch überprüfbar, hierfür ist das zugrunde liegende formale Modell nicht ausgelegt. So ist die Prüfung auf Widerspruchsfreiheit von Anforderungen nur intellektuell möglich. Um eine automatische Überprüfung zu ermöglichen, hätte das formale Modell erheblich erweitert werden müssen, was zu Lasten der Anschaulichkeit und Verständlichkeit gegangen wäre. Hier mußte also ein tragfähiger Kompromiß gefunden werden.

Der in der Literatur (z.B. [Amberg M et al. 1996]) teilweise diskutierte Ansatz, Anforderungen in Form von Referenzprozessen darzustellen, wurde aus verschiedenen Gründen nicht aufgegriffen. Prozesse beschreiben den zeitlichen und logischen Ablauf von Tätigkeiten. Sie legen dadurch bereits teilweise die Art und Weise der Realisierung fest. Anforderungsmodelle dagegen sollen im wesentlichen das "Was" beschreiben, und eben noch nicht auf die Art der Realisierung ("Wie") eingehen. Durch die Vorgabe von Referenzprozessen schränkt man den Lösungsraum unnötig ein, was z.B. bei der Systemauswahl unkonventionelle Lösungsansätze benachteiligen oder sogar ausschließen könnte. Anforderungsmodelle beschreiben das Wissen um die zu erreichenden Ziele und die daraus resultierenden Anforderungen an ein betrachtetes System, sie geben keinen Lösungsweg vor. Deswegen wurden Prozesse in dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt.

Z2 Ziel ist es, eine einheitliche Methode zur systematischen Ermittlung, Darstellung und Anwendung von Anforderungsmodellen auf Basis des allgemeinen Anforderungsmodells aus Z1 zu entwerfen.

Es wurde eine 10-Schritt-Methode zur Unterstützung der Anforderungsmodellierung aufgestellt. Jeder Schritt wird detailliert, häufig mit Hilfe von Algorithmen, beschrieben. Durch Befolgen der 10 Schritte können Anforderungsmodelle schrittweise und systematisch aufgestellt und angewandt werden. Das Vorgehen wird dadurch transparent und nachvollziehbar. Die 10-Schritt-Methode kann als Leitfaden für die systematische Modellierung von Anforderungen dienen. Z2 kann damit als erreicht angesehen werden.

Gleichzeitig ist aber auch offensichtlich, daß die Anforderungsmodellierung trotz der zahlreichen Hilfestellungen in einigen Punkten ein intellektueller Vorgang bleibt, der nicht vollständig automatisierbar ist. So ist die Aufteilung eines Zieles in Unterziele subjektiv und abhängig von dem Anwendungszweck des Modells. Und auch viele Gütekriterien können nicht automatisch überprüft werden. Viele nicht automatisierbare Vorgänge wie z.B. das Erkennen widersprüchlicher Anforderungen sind aber für einen Menschen ein relativ einfacher Vorgang, so daß dies für die Anwendbarkeit der Methode durchaus genügt. Der Versuch einer Automatisierung hätte auch zu einer stärkeren Formalisierung und damit zu komplexeren Modellen und zu unverhältnismäßig hohen Aufwänden bei der Anforderungsmodellierung geführt, was vermieden werden sollte. Daher wurde ein Kompromiß gesucht zwischen einer teilweisen Formalisierung auf der einen und einer trotzdem guten Handhabbarkeit auf der anderen Seite.

Z3 Ziel ist es, die Praktikabilität der Ergebnisse aus Z1 und Z2 anhand Beispielen aufzuzeigen

Es wurde je ein Beispiel für das taktische und für das strategische Management von Informationssystemen gewählt.

Als Beispiel aus dem taktischen Management wurde ein Anforderungsmodell für Pflegeprozeßdokumentationssysteme erarbeitet. Als Beispiel aus dem strategischen Management wurde ein Referenz-Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung am Beispiel der Informationsverarbeitung in der Pflege entwickelt. Die Beispiele dienten insbesondere der Überprüfung, ob das Konzept des polyhierarchischen Anforderungsmodells und die 10-Schritt-Methode geeignet sind, verständliche, überprüfbare, eindeutige Anforderungsmodelle zu erstellen. Die 10-Schritt-Methode erleichterte dabei die Erstellung und Anwendung sehr - sie gab die Reihenfolge der Schritte vor, machte auf wichtige Aspekte aufmerksam, und stellte ganz allgemein einen Handlungsleitfaden dar. Insgesamt zeigte sich damit, daß die Ergebnisse aus Z1 und Z2 praktikabel sind. Z3 ist damit erfüllt.

Bei der Durchführung der Beispiele fiel auf, daß einige typische nichtfunktionale Anforderungen (wie Benutzerfreundlichkeit und Schnittstellen) zunächst im Anforderungsmodell fehlten. Dies liegt daran, daß bei Aufstellung des Zielmodells häufig zuerst diejenigen Ziele ins Auge fallen, welche beschreiben, was das System konkret leisten soll, also seine Aufgaben. Sie sind auch oft einfacher zu finden und zu formulieren. Ziele, welche dagegen nichtfunktionale Aspekte beschreiben, werden häufig zunächst übersehen. Hier könnte es sinnvoll sein, einige typische Vertreter hiervon als Referenzliste in die 10-Schritt-Methode zu integrieren.

6.3 Ausblick

Die Ausführungen dieser Arbeit sollen als Leitfaden verstanden werden, die helfen kann, systematisch und nachvollziehbar Anforderungsmodelle mit einer gewissen Mindestqualität aufzustellen. Die bisherigen Erfahrungen und Diskussionen mit Praktikern lassen den Schluß zu, daß ihre Anwendung helfen kann, einige typische Probleme der Anforderungsmodellierung zu vermeiden. Praktische Anwendungen im größeren Rahmen sind nun notwendig, um dies zu bestätigen und um weitere Erfahrungen mit polyhierarchischen Anforderungsmodellen und der 10-Schritt-Methode zu ihrer Erstellung und Anwendung zu sammeln.

Die beiden Beispiele in dieser Arbeit zeigten, daß es sinnvoll ist, ein rechnergestütztes Werkzeug zur Anforderungsmodellierung einzusetzen. Dieses sollte die Darstellung polyhierarchischer Anforderungsmodelle (z.B. als Tabelle und Grafik) und die Anwendung der 10-Schritt-Methode unterstützen. Die automatisch überprüfbareren Gütekriterien sowie die verschiedenen Algorithmen könnten direkt implementiert werden. Die eher intellektuellen Schritte der Anforderungsmodellierung könnte das Werkzeug durch Hinweise und Hilfestellungen unterstützen und dokumentieren. Das Werkzeug sollte auch das Übernehmen von Teilen aus bereits existierenden Anforderungsmodellen systematisch unterstützen. Hierzu wäre eine datenbankbasierte Verwaltung und ein "Browsen" von verfügbaren Modellen nützlich. Dies alles würde den Aufwand bereits bei der Erstellung kleinerer Modelle reduzieren.

Um die Nutzung vorhandener Anforderungskataloge zu erleichtern, sollte untersucht werden, ob ein formales Anforderungsmodell aus bereits vorliegenden Anforderungsdokumenten erstellt werden kann. Hier ist der Einsatz einer Art von semantischer Satzanalyse denkbar, welche aus (freitextlichen oder teilstrukturierten) Anforderungen ein polyhierarchisches Anforderungsmodell ableiten könnte. Dadurch würde die Weiterverwendung und Integration früherer Arbeiten möglich.

Um die Anwendbarkeit der in dieser Arbeit vorgestellten Methode zur Anforderungsmodellierung zu überprüfen, sollten auch Fachgremien Referenz-Anforderungsmodelle für besondere kritische Bereiche erstellen und verbreiten. Erst durch die breite Anwendung zeigt sich ihre Akzeptanz, ihre Anwendbarkeit und ihr Nutzen. Die in Z3 erstellten Anforderungsmodelle können dabei als Referenzmodelle in anderen Projekten und Einrichtungen verwendet werden.

Um die Anwendbarkeit zu erhöhen, könnte es sinnvoll sein, Komplexitätsmaße für polyhierarchische Anforderungsmodelle aufzustellen, welche z.B. den Umfang und den Detaillierungsgrad genauer beschreiben. Diese Komplexitätsmaße könnten dann in Relation gesetzt werden mit typischen Einsatzzwecken von Anforderungsmodellen. Dadurch könnte man bei gegebenen Modellen prüfen, ob deren Komplexität geeignet ist für den gewählten Anwendungszweck. Außerdem könnten bei der Erstellung von Anforderungsmodellen genauere Abschätzungen über die passende und sinnvolle Komplexität und damit auch über zu betreibende Aufwände bei der Anforderungsmodellierung durchgeführt werden.

Die beiden in dieser Arbeit erstellten Beispiele begründen die Vermutung, daß die Verwendung polyhierarchischer Anforderungsmodelle den Aufwand für die Anforderungsmodellierung in allen Bereichen des Managements von Informationssystem verringern kann. Diese Vermutung konnte aber bisher nicht mit "harten" Fakten untermauert werden. Um die Methodik zu evaluieren, müssen mehr Erfahrungen mit polyhierarchischen Anforderungsmodellen gesammelt werden. Hier bietet sich z.B. die Durchführung einer kontrollierten Studie an. In dieser könnten (genügend viele) Projekte aus verschiedenen Bereiche des Managements von Informationssystemen aufgenommen werden, in denen Anforderungsmodelle erstellt werden sollen. Die Projekte würden dann zufällig zu zwei Gruppen zugeordnet: die erste Gruppe benutzt alte Methoden zur Anforderungsmodellierung, während die zweite Gruppe die neue Methode verwendet. Anschließend kann der Aufwand (z.B. als Zeitmessung) sowie die Qualität der erstellten Lösung verglichen werden. Dadurch wird eine konkrete Bewertung der Ergebnisse dieser Arbeit möglich.

7 Anhang: Verzeichnisse

7.1 Verzeichnis der Literatur

- Abendroth T (1992). End-user Participation in the Needs Assessment for a Clinical Information System. In: *15th Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care* (Hrsg: Clayton P). New York, McGraw-Hill. S. 233-237.
- Agnes Karll Institut für Pflegeforschung (1995). *EDV in der Krankenpflege - Anforderungen an Dienstplanprogramme aus der Sicht der Pflege*. Eschborn, Eigenverlag.
- Amberg M, Gräber S (1996). Specifying Hospital Information Systems Using Business Process Modeling. In: *Medical Informatics Europe '96* (Hrsg: Brender J, Christensen JP, Scherer JR, McNair P). IOS Press. S. 1037-1041.
- Ammenwerth E (1997): *Evaluation eines Werkzeuges und von Methoden zur Anwendung des 3LGM für das Management von Krankenhausinformationssystemen*, Diplomarbeit, Universität Heidelberg, Abteilung Medizinische Informatik.
- Ammenwerth E, Haux R (2000). A compendium of information processing functions in nursing. *Erscheint in: Computers in Nursing*.
- Ammenwerth E, Buchauer A, Bludau B, Haux R (1999). *Mobile information and communication tools in hospital*. International Journal of Medical Informatics 57 (1). S. 21-40.
- Ammenwerth E, Eichstädter R, Haux R, Hoppe R, Kochenburger L, Pohl U, Rebel S, Schendera C, Ziegler S (1999): *Evaluation eines Pflegeprozeßdokumentationssystems*, Bericht Nr. 2/99. Bericht der Abteilung Medizinische Informatik, Universität Heidelberg.
- Ammenwerth E, Haux R, Eichstädter R, Kochenburger L, Rebel S (1999). Systematic evaluation of computer-supported nursing documentation. In: *Tagungsband der 44. Jahrestagung der GMDS, 13.-16.9.1999, Heidelberg*. München, MMV Medizin Verlag.
- Anderson JG, Aydin CE (1994). Theoretical Perspectives and Methodologies for the Evaluation of Health Care Information Systems. In: *Evaluating Health Care Information Systems - Methods and Applications* (Hrsg: Anderson JG, Aydin CE, Jay SJ). Thousand Oaks, Sage. S. 5-29.
- Antón A (1996). Goal-based Requirement Analysis. In: *Proceedings of International Conference von Software Engineering (ICSE'96)* Colorado Springs, Colorado, IEEE Computer Society Press. S. 136-144.
- Bach J (1999). *Risk and Requirements-Based Testing*. IEEE Computer (Juni 1999). S. 113-114.
- Bakker A, Ehlers C, Bryant J, Hammond W (1992). *Hospital Information Systems: Scope - Design - Architecture*. Amsterdam, North Holland.
- Balzert H (1996). *Lehrbuch der Software-Technik - Band 1*. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag.
- Bell T, Bixler D, Dyer M (1977). *An extendable approach to computer aided software requirements engineering*. IEEE Trans. Software Engineering se-3 (1). S. 49-60.
- Beß A, Herrmann G (1998). Klinische Arbeitsplatzsysteme: Marktlage, Produktübersicht, Ausschreibungsverfahren Baden-Württemberg und Leipzig. In: *Praxis der Informationsverarbeitung im Krankenhaus* (Hrsg: Herrmann G, Haas P, Kuhn K, Prokosch U, Schmücker P, Köhler CO). Landsberg, ecomed. S. 67-78.
- Beuscart-Zéphir M, Sockeel P, Bossard B, Beuscart R (1998). Activity Modelling for assessing the Usability of Telematics Applications in Healthcare. In: *MedInfo '98 - 9th World Congress on Medical Informatics* (Hrsg: Cesnik B, McCray A, Scherrer J). Amsterdam, IOS Press. Vol 2. S. 832-836.

- Beuscart-Zephir M-C, Brender J, Souf N, Menager-Depriester I (1996). Cognitive Evaluation for the Assessment of Information Technology in Healthcare. In: *Medical Informatics Europe '96* (Hrsg: Brender J, Christensen JP, Scherer JR, McNair P). Amsterdam, IOS Press. S. 339-343.
- BMG (1987). *Grundsätze für die ordnungsgemäße Durchführung der klinischen Prüfung von Arzneimitteln*. Bundesminister für Jugend, Familie, Frauen und Gesundheit, Bundesanzeiger 243 . S. 16617-16620.
- Boese J, Karasch W (1994). *Krankenhausinformatik - Theorie und Praxis*. Berlin, Blackwell Wissenschafts-Verlag.
- Böhm M, Nicolae G, Höhne K (1979). Advanced hardware and software tools for analysis of multi-temporal images in a clinical environment. In: *Medinfo 1979* (Hrsg: Barber B, Grémy F, Überla K, Wagner G). Berlin, Springer. S. 445-451.
- Bott OJ, Penger OS, Terstappen A (1996). Ein Ansatz zur methoden- und werkzeuggestützten Anforderungs- und Systemspezifikation auf der Grundlage objektorientierter Modellierungs- und Simulationstechniken. In: *Requirements Engineering für Informationssysteme - EMISA Forum 1/96* (Hrsg: Oberweis A). S. 50-53.
- Bott OJ, Penger OS, Terstappen A, Pretschner DP (1995). Zur Spezifikation der Anforderungen an ein rechnergestütztes Pflegeinformationssystem für psychiatrische Kliniken. In: *Medizinische Forschung - Ärztliches Handeln. Tagungsband der 40. Jahrestagung der GMDS* (Hrsg: Trampisch HJ, Lange S). München, MMV Medizin Verlag.
- Brender J (1998). *Trends in assessment of IT-based solutions in healthcare and recommendations for the future*. International Journal of Medical Informatics 52 (1-3). S. 217-227.
- Buchauer A (1995): *Methoden und Werkzeuge zur Anwendung des graphenbasierten Drei-Ebenen Modells zum Beschreiben, Bewerten und Planen von Krankenhausinformationssystemen*, Bericht Nr. 2/1995. Abteilung für Medizinische Informatik. Universität Heidelberg.
- Buchauer A, Ammenwerth E, Haux R (1999). Requirements index for information processing in hospitals. In: *Tagungsband der 44. Jahrestagung der GMDS, Heidelberg*. München, MMV Medizin Verlag.
- Buchauer A, Ammenwerth E, Winter A, Haux R (1997). 3LGM: Method and Tool to support the management of heterogeneous hospital information systems. In: *Computers in Medicine* Lodz, Polish society of Medical Informatics. Vol 1. S. 77-82.
- Buchholz W, Fischer P (1994): *Beitrag der Universitätsklinik zum EDV-Gesamtplan IV 1995-1999*, Referat II/5, Ministerium für Wissenschaft und Forschung, Baden-Württemberg. Stuttgart.
- Büssing A, Herbig B (1998). *The Challenges of a Care Information Systems Reflecting Holistic Nursing Care*. Computers in Nursing 16 (6). S. 311-317.
- Büssing A, Herbig B (1998). *Recent Developments of Care Information Systems in Germany*. Computers in Nursing 16 (6). S. 307-310.
- Büssing A, Lässig A, Glaser J (1996): *Informations- und Kommunikationstechnologien im Krankenhaus. Eine empirische Studie zu Einsatz, Bedarf und Benutzerbeteiligung.*, Bericht Nr. 26. Lehrstuhl für Psychologie. Technische Universität München.
- Carroll J, (Hrsg.) (1995): *Scenario Based Design - Envisioning Work and Technology in System Development*. New York, John Wiley and Sons.
- Chen T, Gough T (1995). The design and development of a fully integrated hospital information system. In: *Medinfo 95 - Proceedings of the 8th World Congress on Medical Informatics* Vol 8 Pt 1. S. 569-73.
- Chocholik J, Bouchard S, Tan J, Ostrow D (1999). *The Determination of Relevant Goals and Criteria Used to Select an Automated Patient Care Information System: A Delphi Approach*. Journal of the American Medical Informatics Association 6 (3). S. 219-233.

- Collen MF (1970). *General Requirements for a Medical Information System (MIS)*. Research 3 . S. 393-406.
- Cross M (1996). *CIOs tell CEOs how to make the most of their information systems*. Healthcare Executive 11 (2). S. 6-10.
- Dardenne A, van Lamsweerde A, Fickas S (1993). *Goal-directed requirements acquisition*. Science of Computer Programming 20 . S. 3-50.
- DeMarco T (1982). *Structured Analysis and System Specification*. Prentice Hall.
- Denvir T, Herman R, Whitty R (1991). *Formal Aspects of Measurement*. London, Springer-Verlag.
- DFG (1995): *Informationsverarbeitung und Rechner für Hochschulen 1996-2000*, Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Bonn.
- DIN (1995). *DIN 44300 (Informationsverarbeitung): Teil 2: Nachrichten, Daten*. Berlin, Deutsches Institut für Normung.
- DIN (1996). *DIN ISO 9004 (Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung)*. Berlin, Deutsches Institut für Normung.
- Donabedian A (1980). *The definition of Quality and Approaches to its Assessment*. 1. Ann Arbor, Health Administration Press.
- Dudeck J, Blobel B, Lordieck W, Bürkle T (1997). *New Technologies in Hospital Information Systems*. Amsterdam, IOPress.
- Dumonat R, van der Loo R, van Merode F, Tange H (1998). User Needs and Demands of a Computer-Based Patient Record. In: *MedInfo '98 - 9th World Congress on Medical Informatics* (Hrsg: Cesnik B, McCray A, Scherrer J). Amsterdam, IOS Press. Vol 1. S. 64-69.
- Ehlers C (1994). *Aufgaben und Bedeutung eines Krankenhaus-Informationssystems*. Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 25 (2). S. 106-114.
- Einbinder L, Remz J, Cochran D (1996). Mapping Clinical Scenarios To Functional Requirements; A Tool For Evaluating Clinical Information Systems. In: *AMIA Annual Fall Symposium* (Hrsg: Cimino J). Philadelphia, Hanley & Belfus. S. 747-751.
- Engelbrecht R, Schlaefter K (1986). *Information und Kommunikation im Krankenhaus*. Landsberg, ecomed.
- Ferrara M (1996). *Architecture of health information systems. State of the art and new perspectives*. Rays 21 (2 (apr-jun)). S. 152-72.
- Ferstl O, Sinz E (1993). *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*. 1. München, Oldenbourg.
- Fiechter V, Meier M (1993). *Pflegeplanung - Eine Anleitung für die Praxis*. Basel, Recom.
- Francis I (1983). A survey of statistical software. In: *Computational Statistics & Data Analysis 1* North-Holland Publishing Company. S. 17-27.
- Frank J (1994): *Graphen-basierte probabilistische Methoden zur wissensbasierten Diagnose- und Therapieunterstützung*, Bericht Nr. 8/1994. Abteilung Medizinische Informatik. Universität Heidelberg.
- Friedman CP, Wyatt JC (1997). *Evaluation Methods in Medical Informatics*. New York, Springer.
- Garschke J (1998). Administrative DV-Systeme: Anforderungen, Marktlage, Systemauswahl. In: *Praxis der Informationsverarbeitung im Krankenhaus* (Hrsg: Herrmann G, Haas P, Kuhn K, Prokosch U, Schmücker P, Köhler CO). Landsberg, ecomed. S. 79 - 90.
- Geißler B, Rump N (1999). *Anforderungskatalog für ein Pflegeinformationssystem*. PR-Internet/Informatik 4/99 . S. 84-91.

- Gierl L, Haas P, Hofmann K, Hohnloser J (1999). *Checkliste für Klinische Arbeitsplatzsysteme 3.0*. Last accessed: Febr. 1999. WWW: http://www.med.uni-muenchen.de/gmds/kas/checkliste_kas/index.html.
- GMDS (1997). *Checkliste "Administrative Verfahren in Krankenhausinformationssystemen"*. GMDS-AG Administrative Verfahren. Last accessed: Mai 1998. WWW: www.med.uni-jena.de/egar/chek1.htm.
- GMDS (1997). *Pflichtenheft "Auswahl von Laborinformationssystemen"*. GMDS-Arbeitsgruppe Labor-datenverarbeitung. Last accessed: Mai 1998. WWW: www.labor.uni-muenchen.de/gmds/heft.htm.
- GMDS (1998). *Erhebungsbogen der Marktübersicht für OP-Systeme*. GMDS-AG "Chirurgie". Last accessed: Mai 1998. WWW: http://www.uni-essen.de/~tmi030/ak_chirurgie/erhebung.htm.
- GMDS, ADS, AKI, DBfK (1996). *Checkliste für die Projektierung eines DV-gestützten Pflegeinfor-mationssystems*. Köln, Eschborn, Göttingen, Eigenverlag.
- Goldschmidt A (1998). *Pflichtenhefte - Einführung und Überblick zum gleichnamigen MI-Workshop am 27.8.98 in Bonn*. In: *Herausforderungen in der Informationsverarbeitung an den Universitätskli-niken des Landes Nordrhein-Westfalen* (Hrsg: Ohmann C, Prokosch H, Stausberg J, Goldschmidt A, Sippel H). Aachen, Shaker-Verlag. S. 147-155.
- Goossen W, Epping P, Abrahamn I, Dassen T, Hasman A (1996). *Problems with Nursing Information Systems: are there Solutions?* In: *Medical Informatics Europe '96* (Hrsg: Brender J, Christensen JP, Scherer JR, McNair P).
- Gräber S, Geib D (1994): *Rahmenkonzept für ein Klinik-Informations- und Kommunikations-System in den Universitätskliniken des Saarlandes*, Universitätskliniken des Saarlandes, Bereich Klinische Informationsverarbeitung. Homburg.
- Grass W, Kropf T, Mutz M (1998). *Formale Methoden bei der Spezifikation von Hardware*. it + ti 40 (3). S. 13-17.
- Greenes RA, Collen M, Shannon RH (1994). *Functional requirements as an integral part of the de-sign and development process: summary and recommendations*. International Journal of Bio-Medical Computing (34). S. 59-76.
- Grémy F, Bonnin M (1995). *Evaluation of Automatic Health Information Systems - What and How?* In: *Assessment and Evaluation of Information Technologies* (Hrsg: van Genipp EMSJ, Talmon JL). IOS Press. S. 9 - 20.
- Grémy F, Degoulet P (1993). *Assessment of health information technology: which questions for which systems? Proposal for a taxonomy*. Medical Informatics 18 (3). S. 185-193.
- Grennsparn S, Mylopoulos J, Borgida A (1986). *A requirements modelling language and its logic*. Proc. Information Systems 11 (1). S. 9-23.
- Haas P, Kuhn K (1999). *Kritische Erfolgsfaktoren für die Einführung klinischer Software*. 4. Fachta-gung Praxis der Informationsverarbeitung im Krankenhaus, Dortmund, Eigenverlag.
- Hacker W, Scheuch K, Kunath H, Haux R (1999). *Computer in der Krankenpflege*. Regensburg, Ro-derer-Verlag.
- Hammond W, Hales J, Lobach D, Straube M (1997). *Integration of a Computer-based Patient Record System Into the Primary Care Setting*. Computers in Nursing 15 (2). S. 61-68.
- Harris C, Scanlon K (1994). *The Use of a Clinical Case Study in a Clinical Informaiton System Se-lection Process*. In: *18th Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care* (Hrsg: Ozbolt J). Philadelphia, Hanldy & Belfus. S. 643-647.
- Hasselbring W (1993). *Formale Spezifikation und Prototyping im Sprachentwurf: Eine Fallstudie*. In: *Gi-Fachtagung Softwaretechnik '93* (Hrsg: GI). Dortmund, S. 33-40.

- Hasselbring W, Kröber A (1996). Anforderungsanalyse durch Kombination von OMT mit einem Ansatz zum Prototyping. In: *GI-Fachtagung Softwaretechnik 1996* (Hrsg: GI). Koblenz, S. 105-112.
- Haubruck M (1988). *Erfassung pflegerischer Tätigkeiten*. Deutsche Krankenpflege-Zeitschrift Beilage 41 (5). S. 3-8.
- Haux R (1996). *Anforderungskatalog für Krankenhausinformationssystem- Antrag auf Gewährung einer Sachbeihilfe bei der Kommission für Rechenanlagen der DFG*.
- Haux R (1997). *Modelle zum Erfahrungsgewinn in der Medizin - Notwendigkeit oder wissenschaftlicher Spielerei? - Vortrag im Kolloquium "Wissenschaftlichkeit in der Medizin" vom 13.11.97*. Heidelberg, Medizinische Fakultät der Universität Heidelberg.
- Haux R, Lagemann A, Knaup P, Schmücker P, Winter A (1998). *Management von Informationssystemen*. Stuttgart, Teubner-Verlag.
- Haux R, Michaelis J (1997). *Investitionsschema zur Informationsverarbeitung in Krankenhäusern*. das Krankenhaus (7). S. 425-426.
- Haux R, Schmücker P, Winter A (1996). Gesamtkonzept der Informationsverarbeitung im Krankenhaus. In: *Praxis der Informationsverarbeitung im Krankenhaus* (Hrsg: Köhler C, Maurer C, Kunath H). Landsberg, ecomed.
- Herrmann G (1999). *Anforderungskatalog für ein Klinisches Arbeitsplatzsystem*. Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie. Last accessed: Febr. 1999. WWW: <http://www.imise.uni-leipzig.de/~gabi/KAS/anford.html>.
- Herrmann G, Haas P, Kuhn K, Prokosch H, Schmücker P, Köhler C, (Hrsg.) (1998): *Praxis der Informationsverarbeitung im Krankenhaus - 3. Fachtagung der GMDS*. Informationsverarbeitung im Gesundheitswesen. Lansberg, ecomed.
- Herrmann G, Müller I, Stausberg J (1998). *Anforderungskatalog für ein Anwendungssoftwareprodukt für die OP-Dokumentation*. Universitätsklinikum Leipzig. Last accessed: Juni 1998. WWW: über www.uni-essen.de/~tmi030/ak_chirurgie/info/auswahl.htm.
- Hessisches Gesundheitsministerium (1997): *Empfehlung des Fachbeirats Pflege zur Ausgestaltung, Weiterentwicklung und Einführung einer Pflege- und Behandlungsdokumentation in den ambulanten und stationären Einrichtungen der Altenpflege und Krankenpflege in Hessen*, Bericht Nr. VIII 16-18b-30 St. Anz. 2/1998, S. 194. Fachbeirat Pflege. Wiesbaden.
- Hofmann K, Gräber S, Flaig M (1996). Evaluation of Clinical Workstations. In: *Medical Informatics Europe '96* (Hrsg: Brender J, Christensen JP, Scherer JR, McNair P). Amsterdam, IOS Press. S. 329-333.
- ICH-GCP (1995): *Good-Clinical-Practice-Leitlinien*, Bericht Nr. CPMP/ICH/135/95. International Conference on Harmonisation.
- IEEE (1993). *Recommended Practice for Software Requirements Specification*. IEEE STD 830-1993. New York, IEEE Computer Society.
- Issac S, Michael W (1989). *Handbook in Research and Evaluation*. San Diego, EdITS Publishers.
- Jacobson I, Christerson M, Jonsson P, Övergaard G (1992). *Object Oriented Software Engineering; A Use Case Driven Approach*. Addison-Wesley.
- Jarke M (1998). Anforderungsmodellierung: Können wir die Brücke zwischen Anwendung und Entwicklung stabilisieren? In: *Modellierung '98 (Proceedings)* (Hrsg: Pohl K, Schürr A, Vossen G). Münster, Angewandte Mathematik und Informatik, Universität Münster. Vol Bericht Nr. 6/98-I.
- Jarke M (1998). *Requirements tracing*. Communications of the ACM 41 (12). S. 32-36.
- Jarke M (1999). *Scenarios for Modeling*. Communications of the ACM 42 (1). S. 47-48.
- John J (1993). Ansätze und Probleme der Evaluation von rechnergestützten Informations- und Kommunikationssystemen in der stationären Krankenpflege. In: *Medizinische Informatik. Ein integrieren-*

- der Teil arztunterstützender Technologien. Tagungsband der 38. Jahrestagung der GMDS* (Hrsg: Pöpl SJ, Lipinski H-G, Mansky T). München, MMV Medizin Verlag. S. 96-99.
- John J, Wohlmannstetter V, Lanig J (1992). Entwicklungsstand und -perspektiven rechnergestützter Informations- und Kommunikationssysteme in der stationären Krankenpflege. In: *Auf dem Weg aus der Pflegekrise?* (Hrsg: prognos). Berlin, edition sigma. S. 89-125.
- Keil M, Cule P, Lyytinen K, Schmidt R (1998). *A Framework for Identifying Software Project Risks*. Communications of the ACM 41 (11). S. 76-83.
- Klinikum Heidelberg (1997): *Informationsverarbeitung im Klinikum der Universität Heidelberg: Rahmenkonzept für das Heidelberger Klinikuminformationssystem 1997-2002*, Klinikum der Universität Heidelberg, Abteilung Medizinische Informatik. Heidelberg.
- Klinikum Leipzig (1996): *Rahmenkonzept für die Weiterentwicklung des Klinikuminformationssystems des Universitätsklinikums Leipzig 1996-2000*, Klinikum der Universität Leipzig. Leipzig.
- Klinikum Leipzig (1999). *Anforderungskatalog rechnergestütztes Archivverwaltungssystem (AVS)*. Projektgruppe "Krankenaktenmanagementsystem". Last accessed: WWW: <http://www.imise.uni-leipzig.de/~birgit/AVS/akatalog1.htm>.
- Kolodner RM (1994). *Functional workstation requirements: clinical perspectives*. International Journal of Bio-Medical Computing (34). S. 115-121.
- Krcmar H (1997). *Informationsmanagement*. Berlin, Springer.
- Kruse C (1996). *Referenzmodellgestütztes Geschäftsprozessmanagement*. Wiesbaden, Gabler.
- Kuhn K, Reichert M, Nathe M, Reuter T, Dadam P (1994). An infrastructure for cooperation and communication in an advanced clinical information system. In: *19th Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care* (Hrsg: Ozbolt J). S. 519-23.
- Kurtenbach, Golombek, Siebers (1987). *Krankenpflegegesetz mit Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für die Berufe in der Krankenpflege*. Stuttgart, Verlag W. Kohlhammer.
- Kwak N, Lee C (1997). *A Linear Goal Programming Model for Human Resource Allocation in a Health-Care Organization*. Journal of Medical Systems 21 (3). S. 129-140.
- Lagemann A (1996): *Integration des Verfahrens Pflegedokumentation in ein Klinisches Arbeitsplatzsystem*, Bericht Nr. 3/1996. Abteilung Medizinische Informatik. Universität Heidelberg.
- Lauesen S, Mathiassen M (1999). Use Cases in a COTS Tender. In: *Proceedings of the Fifth International Workshop on Requirements Engineering: Foundations of Software Quality REFS'99 Heidelberg* (Hrsg: Opdahl A, Pohl K, Dubois E). Presses universitaires de Namur. S. 115-129.
- Leiner F, Gaus W, Haux R (1995). *Medizinische Dokumentation*. Stuttgart, Schattauer Verlag.
- Lienert GA (1969). *Testaufbau und Testanalyse*. Weinheim, Verlag Julius Beltz.
- Lorenzi N, Riley R, (Hrsg.) (1995): *Organizational Aspects of Health Informatics - Managing Technological Change*. Computers in Health Care. New York, Springer-Verlag.
- Manning J, McConnell EA (1997). *Technology Assessment - A Framework for Generating Questions Useful in Evaluation Nursing Information Systems*. Computers in Nursing 15 (3). S. 141-146.
- Marquardt K, Junghans G, Müller J, Reisacher A, Knecht T (1996). *Ein effizientes Krankenhausinformationssystem (KIS) am Beispiel des Klinikums der Justus-Liebig-Universität Gießen*. das Krankenhaus 3 . S. 106-114.
- Martin J (1989). *Information Engineering. Book II: Planning & Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Melchisedech R (1998). Untersuchung von natürlichsprachlichen Analyse- und Spezifikationsdokumenten. In: *Softwaretechnik-Trends* Gesellschaft für Informatik. Vol 18:2. S. 31-37.

- Mylopoulos J, Chung L, Yu E (1999). *Requirements Analysis*. Communications of the ACM 42 (1). S. 31-37.
- Nissen H, Jeusfeld M, Jarke M, Zemanek G, Huber H (1996). *Managing multiple requirements perspectives with meta models*. IEEE Software März 1996 .
- Nowlan WA (1994). *Clinical workstations: identifying clinical requirements and understanding clinical information*. International Journal of Bio-Medical Computing (34). S. 85-94.
- Opitz E (1993). Stand der DV-Unterstützung des Pflegeprozesses in Deutschland. In: *Medizinische Informatik. Ein integrierender Teil arztunterstützender Technologien. Tagungsband der 38. Jahrestagung der GMDS* (Hrsg: Pöpl SJ, Lipinski HG, Mansky T). München, MMV Medizin Verlag. S. 91-95.
- Opitz E (1996). Informationsverarbeitung im Pflegebereich - Checkliste und Marktlage. In: *Praxis der Informationsverarbeitung im Krankenhaus* (Hrsg: Köhler CO, Maurer, Kunath). Landsberg, ecomed. Vol 13. S. 123-130.
- Opitz E, Bürkle T, Schrader U (1995). Nursing Information System in Germany and Europe. In: *Hospital Information Systems: Design and Development Characteristics* (Hrsg: Prokosch HU, Dudeck J). Amsterdam, Elsevier. S. 153-172.
- Orthen A (1996): *Anforderungsaufnahme und Grobkonzeption computerunterstützter Pflege im Krankenhaus*, Diplomarbeit, Studiengang Med. Informatik, Universität Heidelberg/Fachhochschule Heilbronn.
- Partsch H (1991). *Requirements Engineering*. München, Oldenbourg.
- Pitt M, Kay S (1995). The SAPPHERE toolkit: an interactive system for the evaluation of primary healthcare computing. In: *Medinfo 95 - Proceedings of the 8th World Congress on Medical Informatics* Vol 8 Pt 2. S. 1672.
- Pohl J (1996). *Pflegedokumentation - kritisch betrachtet*. Der Pflegebrief (10/96).
- PRA (1993). *Good Clinical Practice*. Charlottesville, Mannheim, Pharmaceutical Research Associates.
- Prokosch HU, Dudeck J (1995). *Evaluation der Akzeptanz eines Krankenhaus-Informationssystems bei den ärztlichen Mitarbeitern eines Universitätskrankenhauses*. Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 26 (2). S. 107-120.
- Prokosch HU, Dudeck J (1995). *Hospital Information Systems: Design and Development, Characteristics; Impact and Future Architecture*. Amsterdam, Elsevier.
- Prokosch H-U, Harreuter A (1998). Aussagewert von Anforderungskatalogen. In: *Herausforderungen in der Informationsverarbeitung an den Universitätskliniken des Landes Nordrhein-Westfalen* (Hrsg: Ohmann C, Prokosch H, Stausberg J, Goldschmidt A, Sippel H). Aachen, Shaker-Verlag. S. 177-183.
- Rath E, Biesenthal U (1994). *Pflegeplanung und Pflegedokumentation*. Pflege - Beilage Pflegepraxis 47 (12). S. 2-12.
- Reinhold M, Versteegen G (1997). *Im Takt - Die Unified Modeling Language 1.0*. iX 8 . S. 134-139.
- Richter D (1997). *EDV-Einsatz in der Pflege - ein Problemaufriß*. Pflege (10).
- Ross D (1985). *Applications and Extensions of SADT*. IEEE Computer 18 (4). S. 25-34.
- Rovira J (1996). *Standardization of the economic evaluation of health technologies*. Medical Care 34 (12). S. DS182-188, Supplement.
- Saba VK (1997). *A look at nursing informatics*. International Journal of Medical Informatics (44). S. 57-60.
- Sander U (1998). *Anforderungen des Pflegedienstes an ein Klinik-Informationssystem*. Pr-Internet 0 . S. 9-15.

- SANUS (1996): *Qualitatives Software Screening (QSS) unter Verwendung des Fragebogens ISONORM 9241/10*,
- Sauter K (1994). Strategic issues for interoperable hospital information systems. In: *Medical Informatics Europe '94* (Hrsg: Barahona P, Veloso M, Bryant J). Lissabon, EFMI. S. 366-369.
- Scheer A (1998). *ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen*. Berlin, Springer.
- Schinzel B (1995). Gesellschaftliche Probleme der Medizin-Informatik, auch am Beispiel der Computer in der Krankenpflege. In: *Medizinische Forschung - Ärztliches Handeln. Tagungsband der 40. Jahrestagung der GMDS* (Hrsg: Trampisch HJ, Lange S). München, MMV Medizin Verlag.
- Schmidt G, Ströhlein T (1976). *Relationen und Graphen*. Berlin, Springer-Verlag.
- Schneider H-J, (Hrsg.) (1997): *Lexikon der Informatik und Datenverarbeitung*. München, Oldenbourg Verlag.
- Schönthaler F, Németh T (1990). *Software-Entwicklungswerkzeuge: Methodische Grundlagen*. Stuttgart, Teubner Verlag.
- Schrader U, Herr S, Eichstädter R (1995). Informationsverarbeitung: Pflegerische Aspekte. In: *Informationsverarbeitung in den Universitätsklinika Baden-Württembergs, Symposium Sept. 1995, Heidelberg* (Hrsg: Buchholz W, Haux R). S. 93-96.
- Schulz B, Karll A (1995). EDV in der Krankenpflege - Ergebnisse einer Erhebung in Hessischen Krankenhäusern. In: *Medizinische Forschung - Ärztliches Handeln. Tagungsband der 40. Jahrestagung der GMDS* (Hrsg: Trampisch HJ, Lange S). München, MMV Medizin Verlag.
- Schütte R (1998). *Grundsätze ordnungsgemäßer Referenzmodellierung*. Wiesbaden, Betriebswirtschaftlicher Verlag Gabler.
- Seelos JH, (Hrsg.) (1990): *Wörterbuch der Medizinischen Informatik*. Berlin, de Gruyter.
- Seidel C, Ringert R-H, Pietrzyk P, Rienhoff O (1996). *OP-Informationssystem der Kliniken der Georg-August-Universität Göttingen - Pflichtenheft*. Universität Göttingen. Last accessed: Juni 1998. WWW: über www.uni-essen.de/~tmi030/ak_chirurgie/info/auswahl.htm.
- Shlaer S, Mellor S (1988). *Object-Oriented Systems Analysis: Modeling the World in Data*. Prentice Hall.
- Sinz EJ (1997). Architektur betrieblicher Informationssysteme. In: *Bamberger Beiträge zur Wirtschaftsinformatik Bamberg*, Vol 40. S. 1-22.
- Sommerville I (1987). *Software Engineering*. 1987. Bonn, Addison Wesley.
- Stausberg J (1998). *Pflichtenheft für Informationssysteme der operativ tätigen Fachabteilungen im Universitätsklinikum Essen*. Universitätsklinikum Essen. Last accessed: Juni 1998. WWW: über www.uni-essen.de/~tmi030/ak_chirurgie/info/auswahl.htm.
- Stausberg J, Herrmann G, Thurmair R (1998). OP-Dokumentations- und Planungssysteme: Anforderungen, Marktlage, Systemauswahl. In: *Praxis der Informationsverarbeitung im Krankenhaus* (Hrsg: Herrmann G, Haas P, Kuhn K, Prokosch U, Schmücker P, Köhler CO). Landsberg, ecomed. S. 1-10.
- Stiefel R, Rizkalla E (1995). *The Elements of a Complete Product Evaluation*. Biomedical Instrumentation & Technology, Nov-Dec . S. 482-488.
- Talmon JL, van der Loo R (1995). Literature on Assessment of Information Technology and Medical KBS Evaluation: Studies and Methodologies. In: *Assessment and evaluation of information technologies* (Hrsg: van Gennip EMSJ, Talmon JS). IOS Press. S. 283-328.
- Tang P, Annevelink J, Fafchamps D, Stanton W, Young C (1992). Physicians' Workstations: Integrated Information Management for Clinicians. In: *15th Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care* (Hrsg: PD C). New York, McGraw-Hill. S. 569-573.

- Teichrowe D, Hershey E (1977). *PSL/PSA: A computer-aided technique for structured documentation and analysis of information processing systems*. IEEE Transaction on Software Engineering SE-3 (1 Special Collection on Requirement Analysis). S. 41-48.
- Thorndike R, Hagen E (1977). *Measurement and Evaluation in Psychology and Education*. New York, Wiley.
- Trampisch H, (Hrsg.) (1995): *Praxis-, Studien- und Forschungsführer Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*. Stuttgart, Fischer.
- Trill R (1999). *Kosten-Nutzen-Überlegungen beim Einsatz von EDV-Systemen für Pflegeplanung und -dokumentation*. PR-Internet/Informatik 4/99 . S. 92-96.
- Urban M, Dörre F, Edelmann-Noack A, Hinz M (1996). Anwendungen moderner Computertechnologien in der Pflege. In:
- van Bommel J (1994). *A model for the assessment of medical workstations for health care support*. International Journal of Bio-Medical Computing (34). S. 115-121.
- van der Loo R (1995). Overview of Published Assessment and Evaluation Studies. In: *Assessment and evaluation of information technologies* (Hrsg: van Gennip EMSJ, Talmon JS). IOS Press. S. 261-282.
- Verbeeck R, Michiels J, Nuttin B, Knauth M, Vandermeulen D, Suetens P, Marchal G, Gybels J (1995). Protocol for the Clinical Functionality Assessment of a Workstation for Stereotactic Neurosurgery. In: *Assessment and Evaluation of Information Technologies* (Hrsg: van Gennip EMSJ, Talmon JL). IOS Press. S. 209-222.
- Wahl G (1998). *UML kompakt*. OBJEKTspektrum 3/98 . S. 22-33.
- Winter A (1994): *Beschreibung, Bewertung und Planung heterogener Krankenhausinformationssysteme*, Bericht Nr. 7/1994. Abteilung Medizinische Informatik. Universität Heidelberg.
- Winter A, Haux R (1995). *A Three-Level Graph-Based Model for the Management of Hospital Information Systems*. Methods of Information in Medicine 34 . S. 378-96.
- Winter A, Winter A, Becker K, Bott O, Brigl B, Gräber S, Hasselbring W, Haux R, Jostes C, Penger O-S, Prokosch H-U, Ritter J, Schütte R, Terstappen A (1999). *Referenzmodelle für die Unterstützung des Managements von Krankenhausinformationssystemen*. eingereicht bei: Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie .
- Winter A, Winter A, Becker K, Bott O, Gräber S, Haas P, Hasselbring W, Haux R, Penger O, Prokosch H, Ritter J, Schütte R, Wünnemann J (1998). Referenzmodelle für die Unterstützung des Managements von Krankenhausinformationssystemen. In: *Methoden der Medizinischen Informatik, Biometrie und Epidemiologie in der modernen Informationsgesellschaft - 43. Jahrestagung der GMDS* (Hrsg: Greiser E, Wischnewskiy M). München, MMV. S. 181-184.
- Winter A, Zimmerling R (1995). Die Bedeutung von Referenzmodellen für das Management von Krankenhausinformationssystemen. In: *GiSi 95: Herausforderungen eines globalen Informationsverbundes für die Informatik* (Hrsg: Huber-Wäschle F, Schauer H, Widmayer P). Berlin, Springer. S. 703-710.
- Winter A, Zimmerling R, Bott OJ, Gräber S, Haas P, Hasselbring W, Haux R, Heinrich A, Jaeger R, Kock I, Möller DPF, Penger O-S, Prokosch H-U, Ritter J, Terstappen A, Winter A (1998). *Das Management von Krankenhausinformationssystemen: Eine Begriffsdefinition*. Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 29 (2). S. 93-105.
- Yeh R, Zave P (1980). *Specifying Software Requirements*. Proceedings of the IEEE 68 (9). S. 1077-85.
- Zave P (1997). *Classification of Research Efforts in Requirements Engineering*. ACM Computing Survey 29 (4). S. 315-321.

7.2 Verzeichnis der Abbildungen

ABBILDUNG 2-1: DER PFLEGEPROZEß NACH [FIECHTER V ET AL. 1993].	17
ABBILDUNG 2-2: DAS MANAGEMENT VON INFORMATIONSSYSTEMEN ALS REGELKREIS.	20
ABBILDUNG 2-3: ZUSAMMENHANG VON METHODEN ZUR ERMITTLUNG VON ANFORDERUNGEN.	30
ABBILDUNG 3-1: ANFORDERUNGSMODELLIERUNG UND DAS MANAGEMENT VON INFORMATIONSSYSTEMEN.	45
ABBILDUNG 3-2: ABLAUF BEI DER ÜBERPRÜFUNG VON ANFORDERUNGEN.	48
ABBILDUNG 3-3: BEISPIEL FÜR EINE NORMIERUNGSFUNKTION.....	50
ABBILDUNG 3-4: BEISPIEL FÜR EINEN GRAPHEN EINES POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLS (1).	67
ABBILDUNG 3-5: BEISPIEL FÜR EINEN GRAPHEN EINES POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLS (2).	69
ABBILDUNG 4-1: TOP-DOWN-VERGABE VON GEWICHTUNGEN IM GRAPHEN EINES POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLS.	90
ABBILDUNG 4-2: BOTTOM-UP-VERGABE VON GEWICHTUNGEN IM GRAPHEN EINES POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLS.	90
ABBILDUNG 8-1: GRAPH DES ANFORDERUNGSMODELLS FÜR PFLEGEPROZEßDOKUMENTATIONSSYSTEME.....	130
ABBILDUNG 8-2: POLARITÄTSPROFIL DER BEWERTUNG EINES KONVENTIONELLEN UND EINES RECHNERGESTÜTZTEN PFLEGEPROZEßDOKUMENTATIONSSYSTEMS.	142
ABBILDUNG 9-1: POLARITÄTSPROFIL DER BEWERTUNG DER VIER HAUPTZIELE VON FÜNF KRANKENHÄUSERN. ..	152
ABBILDUNG 9-2: POLARITÄTSPROFIL DER BEWERTUNG DER ZIELE DER HÄUSER 1 UND 2.	152
ABBILDUNG 9-3: POLARITÄTSPROFIL DER BEWERTUNG DER ZIELE DER HÄUSER 3, 4 UND 5.	153

7.3 Verzeichnis der Definitionen

DEFINITION 2-1: SYSTEM.....	7
DEFINITION 2-2: MODELL.....	7
DEFINITION 2-3: METAMODELL.....	8
DEFINITION 2-4: ZIEL.....	9
DEFINITION 2-5: ANFORDERUNG.....	9
DEFINITION 2-6: ANFORDERUNGSMODELL.....	9
DEFINITION 2-7: ANFORDERUNGSMODELLIERUNG.....	9
DEFINITION 2-8: INFORMATIONSSYSTEM.....	10
DEFINITION 2-9: KRANKENHAUSINFORMATIONSSYSTEM.....	10
DEFINITION 2-10: SUB-INFORMATIONSSYSTEM.....	10
DEFINITION 2-11: INFORMATIONSSYSTEMKOMPONENTE.....	10
DEFINITION 2-12: WERKZEUGE DER INFORMATIONSVERRARBEITUNG.....	11
DEFINITION 2-13: GERICHTETER GRAPH.....	11
DEFINITION 2-14: SCHLEIFENFREIHEIT.....	11
DEFINITION 2-15: ORIENTIERTHEIT.....	11
DEFINITION 2-16: DIREKTER VORGÄNGER, MENGE DER DIREKTEN VORGÄNGER.....	11
DEFINITION 2-17: DIREKTER NACHFOLGER, MENGE DER DIREKTEN NACHFOLGER.....	12
DEFINITION 2-18: UNGERICHTETER WEG (SYNONYM: KETTE).....	12
DEFINITION 2-19: GERICHTETER WEG (SYNONYM: PFAD).....	12
DEFINITION 2-20: SEHNENFREIHEIT.....	12
DEFINITION 2-21: KREIS.....	12
DEFINITION 2-22: ZYKLUS.....	12
DEFINITION 2-23: TEILGRAPH.....	13
DEFINITION 2-24: ZUSAMMENHANG.....	13
DEFINITION 2-25: TOPOLOGISCHE ORDNUNG DER KNOTEN.....	13
DEFINITION 2-26: PFLEGE, GRUNDPFLEGE, BEHANDLUNGSPFLEGE.....	14
DEFINITION 2-27: PFLEGEDIENST.....	14
DEFINITION 2-28: PFLEGEPROZEß.....	14
DEFINITION 2-29: PFLEGEDOKUMENTATION.....	14
DEFINITION 2-30: PFLEGEPROZEßDOKUMENTATION.....	14
DEFINITION 2-31: PFLEGEDOKUMENTATIONSSYSTEM.....	15
DEFINITION 2-32: PFLEGEPROZEßDOKUMENTATIONSSYSTEM.....	15
DEFINITION 2-33: PFLEGEINFORMATIONSSYSTEM.....	15
DEFINITION 2-34: REFERENZMODELL.....	21
DEFINITION 3-1: NORMIERUNGSFUNKTION.....	50
DEFINITION 3-2: GEWICHTUNGSFUNKTION.....	50
DEFINITION 3-3: VERRECHNUNGSFUNKTION.....	50
DEFINITION 3-4: INTERESSENGRUPPE.....	52
DEFINITION 3-5: ZIEL.....	52
DEFINITION 3-6: ANFORDERUNG.....	52
DEFINITION 3-7: EIN ALLGEMEINES ANFORDERUNGSMODELL.....	53
DEFINITION 3-8: SYNONYMIE VON ANFORDERUNGEN.....	53
DEFINITION 3-9: HYPONOMIE VON ANFORDERUNGEN.....	54
DEFINITION 3-10: HYPERONOMIE VON ANFORDERUNGEN.....	54
DEFINITION 3-11: KOHYPONOMIE VON ANFORDERUNGEN.....	54
DEFINITION 3-12: ANTONYMIE VON ANFORDERUNGEN.....	55
DEFINITION 3-13: VERSCHIEDENHEIT VON ANFORDERUNGEN.....	55
DEFINITION 3-14: VEREINIGUNG VON ANFORDERUNGEN.....	57
DEFINITION 3-15:DETAILLIERTHEITSMAB VON ANFORDERUNGEN.....	57
DEFINITION 3-16: EIN POLYHIERARCHISCHES ANFORDERUNGSMODELL.....	60
DEFINITION 3-17: WURZELGRAPH.....	60
DEFINITION 3-18: Z-KORREKTHEIT.....	61
DEFINITION 3-19: A-KORREKTHEIT.....	61
DEFINITION 3-20: O-ZAHLGLEICHHEIT.....	62
DEFINITION 3-21: U-ZAHLGLEICHHEIT.....	62
DEFINITION 3-22: Z-WIDERSPRUCHSFREIHEIT.....	63
DEFINITION 3-23: A-WIDERSPRUCHSFREIHEIT.....	63

DEFINITION 3-24:Z-MINIMALITÄT.	63
DEFINITION 3-25:A-MINIMALITÄT.	64
DEFINITION 3-26:U-KORREKTHEIT EINES OBERELEMENTS.	64
DEFINITION 3-27: U-ÜBERLAPPUNGSFREIHEIT EINES OBERELEMENTS.	64
DEFINITION 3-28: U-SUMMENGLEICHHEIT EINES OBERELEMENTS.	64
DEFINITION 3-29: U-GLEICHDETAILLIERTHEIT EINES OBERELEMENTS.	65
DEFINITION 3-30: O-GLEICHDETAILLIERTHEIT EINES OBERELEMENTS.	65
DEFINITION 3-31: I-KORREKTDETAILLIERTHEIT.	65
DEFINITION 3-32: E-ÜBERLAPPUNGSARMUT.	66
DEFINITION 4-1: ERKENNEN EINER S-7-VERLETZUNG.	80
DEFINITION 4-2: ERKENNEN EINER S-8-VERLETZUNG.	81
DEFINITION 4-3: ERKENNEN EINER I-9-VERLETZUNG.	84
DEFINITION 4-4: ERKENNEN EINER I-10-VERLETZUNG.	85
DEFINITION 4-5: ERKENNEN EINER I-11-VERLETZUNG.	87

7.4 Verzeichnis der Tabellen

TABELLE 2-1: AUSSCHNITT AUS EINEM ANFORDERUNGSKATALOG (1).....	24
TABELLE 2-2: AUSSCHNITT AUS EINEM ANFORDERUNGSKATALOG (2).....	24
TABELLE 2-3: AUSSCHNITT AUS EINEM ANFORDERUNGSKATALOG (3).....	25
TABELLE 2-4: AUSSCHNITT AUS EINEM FUNKTIONENKATALOG.....	25
TABELLE 2-5: TERMINOLOGIE BEI ANFORDERUNGSMODELLEN DES TAKTISCHEN MANAGERMENTS.....	26
TABELLE 2-6: TYPISCHE GLIEDERUNG VON ANFORDERUNGEN.....	31
TABELLE 2-7: BEISPIELE FÜR DIE GLIEDERUNG VON ANFORDERUNGSKATALOGEN.....	32
TABELLE 2-8: BEISPIEL FÜR ANFORDERUNGSKATALOGE.....	33
TABELLE 3-1: GEGENÜBERSTELLUNG VON ZIELEN UND ANFORDERUNGEN.....	46
TABELLE 3-2: EIGENSCHAFTEN VON ZIELEN.....	47
TABELLE 3-3: EIGENSCHAFTEN VON ANFORDERUNGEN.....	47
TABELLE 3-4: DEFINITIONS- UND WERTEBEREICH DER FUNKTIONEN BEI DER ANFORDERUNGSMODELLIERUNG.....	49
TABELLE 3-5: BEISPIEL FÜR EINE ANFORDERUNG.....	49
TABELLE 3-6: MÖGLICHE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN ANFORDERUNGEN.....	56
TABELLE 3-7: BEISPIEL FÜR DIE ÜBERPRÜFUNG DER STRUKTURELLEN GÜTEKRITERIEN.....	68
TABELLE 3-8: BEISPIEL FÜR DIE ÜBERPRÜFUNG DER INHALTLICHEN GÜTEKRITERIEN.....	68
TABELLE 4-1: ZUSAMMENHANG ZWISCHEN ANWENDUNGSZWECK UND AUFBAU VON ANFORDERUNGSMODELLEN.....	74
TABELLE 4-2: BEISPIELE FÜR VORHANDENE ZIELMODELLE.....	75
TABELLE 4-3: ABLAUF BEI DER AUFSTELLUNG DER ZIELHIERARCHIE IN EINEM POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELL.....	76
TABELLE 4-4: ABLAUF BEI DER AUFSTELLUNG DER ANFORDERUNGSHIERARCHIE IN EINEM POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELL.....	78
TABELLE 4-5: ÜBERPRÜFUNG UND KORREKTUR DER SECHS STRUKTURELLEN GÜTEKRITERIEN BEI POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLEN.....	79
TABELLE 4-6: ÜBERPRÜFUNG UND KORREKTUR DES GÜTEKRITERIUMS I-11 IM GRAPHEN EINES POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLS.....	81
TABELLE 4-7: ÜBERPRÜFUNG UND KORREKTUR DES GÜTEKRITERIUMS S-8 IM GRAPHEN EINES POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLS.....	82
TABELLE 4-8: ÜBERPRÜFUNG UND KORREKTUR DER 13 INHALTLICHEN GÜTEKRITERIEN BEI POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLEN.....	83
TABELLE 4-9: ÜBERPRÜFUNG UND KORREKTUR DES GÜTEKRITERIUMS I-9 IM GRAPHEN EINES POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLS.....	85
TABELLE 4-10: ÜBERPRÜFUNG UND KORREKTUR DES GÜTEKRITERIUMS I-10 IM GRAPHEN EINES POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLS.....	86
TABELLE 4-11: ÜBERPRÜFUNG UND KORREKTUR DES GÜTEKRITERIUMS I-11 IM GRAPHEN EINES POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLS.....	87
TABELLE 4-12: BEISPIELE FÜR VORHANDENE ANFORDERUNGSMODELLE.....	88
TABELLE 4-13: VIER VERRECHNUNGSSZENARIOEN INNERHALB POLYHIERARCHISCHER ANFORDERUNGSMODELLE.....	93
TABELLE 4-14: DURCHFÜHRUNG VON BEWERTUNGEN IN POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLEN.....	93
TABELLE 4-15: EINE 10-SCHRITT-METHODE ZUR ANFORDERUNGSMODELLIERUNG BEI POLYHIERARCHISCHEN ANFORDERUNGSMODELLEN.....	95
TABELLE 5-1: ERGEBNISSE DER BEFRAGUNG VON 11 PFLEGEKRÄFTEN ZUR EINSCHÄTZUNG EINES PFLEGEDOKUMENTATIONSSYSTEMS.....	100
TABELLE 8-1: ZIELMODELL EINES PFLEGEPROZEBDOKUMENTATIONSSYSTEMS.....	126
TABELLE 8-2: ANFORDERUNGSMODELL EINES PFLEGEPROZEBDOKUMENTATIONSSYSTEMS.....	129
TABELLE 8-3: BEWERTUNGSKRITERIEN DER BLATTANFORDERUNGEN.....	134
TABELLE 8-4: BEWERTUNG DER BLATTANFORDERUNGEN.....	138
TABELLE 8-5: BEWERTUNG DER ANFORDERUNGEN.....	139
TABELLE 8-6: BEWERTUNG DER ZIELE.....	141
TABELLE 9-1: ZIELMODELL FÜR DIE INFORMATIONSVERARBEITUNG IN DER PFLEGE.....	143
TABELLE 9-2: ANFORDERUNGSMODELL FÜR DIE INFORMATIONSVERARBEITUNG IN DER PFLEGE.....	145
TABELLE 9-3: VERGEBENE GEWICHTUNGEN FÜR EIN ANFORDERUNGSMODELL FÜR DIE INFORMATIONSVERARBEITUNG IN DER PFLEGE.....	148
TABELLE 9-4: BEWERTUNG DER BLATTANFORDERUNGEN IN FÜNF KRANKENHÄUSERN.....	151
TABELLE 9-5: BEWERTUNG DER ZIELE IN FÜNF KRANKENHÄUSERN.....	152

7.5 Verzeichnis der Verwendeten Symbole

Folgende mathematische Symbole wurden verwendet:

α, β, e, f	Funktionen
$\underline{A}, \underline{Z}, I, \underline{WG}$	Mengen
u, v	Variablen
\emptyset	leere Menge
$\mathfrak{R}, \mathfrak{R}^+$	Menge der reellen Zahlen, Menge der positiven reellen Zahlen
$\wp(\underline{X})$	Potenzmenge der Menge \underline{X}
\forall, \exists	Allquantor, Existenzquantor
$=, \neq, \approx$	gleich, ungleich, ungefähr gleich
$:=$	wird definiert als
$|$	für die gilt
\in, \notin	ist (nicht) Element von
\rightarrow	Abbildung
$\Rightarrow, \Leftrightarrow$	Implikation, Äquivalenz
\times	Kreuzprodukt
\wedge, \vee	logisches Und, logisches Oder
$|\underline{A}|$	Anzahl der Elemente der Menge \underline{A}
$|\underline{M}|$	Betrag einer Matrix \underline{M}
\cup, \cap, \subset	Vereinigungsmenge, Schnittmenge, Teilmenge

8 Anhang: Ein Anforderungsmodell für ein Pflegeprozeßdokumentationssystem

8.1 Zielmodell

Tabelle 8-1 stellt das mittels der 10-Schritt-Methode erstellte Zielmodell eines Pflegeprozeßdokumentationssystems dar. Es besteht aus 3 Ebenen und 57 Zielen. Ihr Zusammenhang in einem Graphen wird über die jeweilige ID der Ziele dargestellt. Das Vorgehen seiner Erstellung wird in 5.1.1 beschrieben.

<i>ID</i>	<i>Name des Zieles</i>
Z*	Ermöglichung einer maximalen Güte der Pflegedokumentation
Z1	Sicherstellung einer hohen Qualität der Patientenversorgung
Z1.1	Sicherstellung der Kontinuität der Pflege
Z1.1.1	Unterstützung der Kommunikation
Z1.1.2	Unterstützung der Organisation der Pflege
Z1.1.3	Unterstützung der Nutzung gemeinsamer pflegerischer Begriffe
Z1.1.4	Unterstützung der einheitlichen Durchführung von Pflegemaßnahmen
Z1.2	Unterstützung der ganzheitlichen Versorgung des Patienten
Z1.2.1	Unterstützung der Pflege nach dem Pflegeprozeß
Z1.2.2	Unterstützung der Verfügbarkeit aller pflegerelevanten patientenbezogenen Informationen
Z1.3	Gewährleistung der Sicherheit für den Patienten
Z1.3.1	Vermeidung von Widersprüchen, Fehlern und Versäumnissen in der Pflege
Z1.3.2	Unterstützung pflegerischer Entscheidungen
Z2	Unterstützung der Professionalisierung in der Pflege
Z2.1	Stärkung des Selbstbewußtseins der Pflege
Z2.1.1	Unterstützung der Darstellung der erbrachten pflegerischen Leistungen
Z2.1.2	Unterstützung der Darstellung als eigene therapeutische Berufsgruppe
Z2.2	Stärkung der Selbstverantwortlichkeit der Pflege
Z2.2.1	Unterstützung der eigenständigen Planung der Pflege
Z2.2.2	Unterstützung der eigenständigen Durchführung der Pflege
Z3	Unterstützung der Qualitätssicherung
Z3.1	Ermöglichung der Überprüfung der Qualität der Pflege
Z3.1.1	Unterstützung der Dokumentation des Ausgangszustandes
Z3.1.2	Unterstützung der Dokumentation der pflegerischen Tätigkeiten
Z3.1.3	Unterstützung der Dokumentation der Ergebnisse der Pflege
Z3.2	Unterstützung der Sicherstellung der Qualität der Pflege
Z3.2.1	Unterstützung einer strukturierten Planung der Pflege
Z3.2.2	Unterstützung einer strukturierten Durchführung der Pflege
Z4	Unterstützung des Pflegemanagements
Z4.1	Ermöglichung einer patientenbezogenen Kosten- und Leistungsrechnung
Z4.1.1	Ermöglichung einer Übersicht über die pflegerischen Kosten
Z4.1.2	Ermöglichung einer Übersicht über die pflegerischen Leistungen
Z4.2	Unterstützung der Personalbedarfsplanung in der Pflege
Z4.3	Unterstützung der Planung der Materialplanung
Z5	Erfüllung rechtlicher Rahmenbedingungen
Z5.1	Unterstützung der Erfüllung von Dokumentationspflichten
Z5.1.1	Unterstützung der patientenbezogenen Dokumentation
Z5.1.2	Unterstützung einer lückenlosen Dokumentation
Z5.2	Unterstützung der rechtlichen Absicherung bei Klagen
Z5.2.1	Unterstützung der Dokumentation einer nachvollziehbaren Pflege
Z5.2.2	Unterstützung einer nachprüfaren Dokumentation

<i>ID</i>	<i>Name des Zieles</i>
Z5.3	Unterstützung bei der Einhaltung der Datenschutzgesetze
Z6	Unterstützung von Pflegeforschung und Ausbildung
Z6.1	Unterstützung der Ausbildung von Pflegekräften
Z6.1.1	Unterstützung der Nutzung allgemeingültiger Handlungsrichtlinien
Z6.1.2	Unterstützung der Ausbildung in der Pflegeprozeßdokumentation
Z6.2	Unterstützung der Pflegeforschung
Z6.2.1	Unterstützung patientenübergreifender Auswertungen
Z6.2.2	Unterstützung kasuistischer Auswertungen
Z7	Gewährleistung von Benutzerfreundlichkeit
Z7.1	Sicherstellung einer guten Benutzerakzeptanz
Z7.1.1	Stärkung der Akzeptanz von Pflegeprozeßdokumentation
Z7.1.2	Stärkung der Akzeptanz des Pflegeprozeßdokumentationssystems
Z7.2	Ermöglichung von Zeitersparnissen
Z7.2.1	Gewährleistung einer raschen Erlernbarkeit
Z7.2.2	Ermöglichung einer einfachen Bedienbarkeit
Z7.2.3	Sicherstellung eines schnellen Zugriffs auf Informationen

Tabelle 8-1: Zielmodell eines Pflegeprozeßdokumentationssystems.

8.2 Anforderungsmodell

Tabelle 8-2 stellt das aus dem Zielmodell in Kapitel 8.1 abgeleitete Anforderungsmodell für ein Pflegeprozeßdokumentationssystem dar. Es besteht aus 3 Ebenen und 84 Anforderungen. Ihr Zusammenhang im Graphen wird über die jeweilige ID der Anforderungen sowie über die Angabe der Oberziele dargestellt. Details zu seiner Erstellung finden sich in Kapitel 5.1.1.

<i>ID</i>	<i>Name der Anforderung</i>	<i>IDs der Oberziele</i>
A1	Informationen können strukturiert abgelegt werden.	Z1.1.1, Z3.2.1, Z3.2.2, Z6.2.2
A1.1	Eingabemöglichkeiten sind hierarchisch gegliedert.	
A1.2	Eingaben werden durch Hilfen wie Auswahllisten etc. unterstützt	
A1.3	Bei Eingaben kann auf vorhandene Informationen verwiesen werden.	
A2	Informationen können übersichtlich dargestellt werden.	Z1.1.1, Z1.2.2, Z1.3.1, Z7.1.2
A2.1	Besonders relevante Informationen können hervorgehoben dargestellt werden.	
A2.2	Informationen werden gut lesbar dargestellt	
A2.3	Informationen werden gegliedert dargestellt	
A3	Informationen können selektiv oder vollständig dargestellt werden	Z1.1.1, Z1.2.2, Z1.3.2, Z6.2.2, Z7.1.2
A3.1	Informationen können nach beliebigen Kriterien gesucht werden.	
A3.2	Es können gezielt selektierte Informationen dargestellt werden.	
A4	Daten können multipel verwendet werden.	Z1.3.1, Z6.2.1, Z7.1.2
A4.1	= A1.3	
A4.2	Dieselbe Information kann an verschiedenen Stellen dargestellt werden.	
A5	Einheitliche Begriffskataloge können hinterlegt werden.	Z1.1.1, Z1.1.3, Z5.2.1, Z6.2.1
A5.1	Hierarchische Kataloge können erstellt und gepflegt werden.	
A5.2	Vorhandene Kataloge können integriert werden.	

<i>ID</i>	<i>Name der Anforderung</i>	<i>IDs der Oberziele</i>
A5.3	Bei Eingaben können Begriffe aus Katalogen verwendet werden.	
A6	Durchführungsrichtlinien für pflegerische Maßnahmen können hinterlegt werden ("Pflegestandards", "Qualitätsstandards").	Z1.1.4, Z1.3.2, Z2.2.2, Z3.2.2, Z6.1.1
A6.1	Durchführungsrichtlinien können erstellt und gepflegt werden.	
A6.2	Vorhandene Durchführungsrichtlinien können integriert werden.	
A6.3	Bei Maßnahmenplanungen können die Durchführungsrichtlinien als Vorlage genommen werden.	
A7	Typische Pflegepläne (z.B. basierend auf Pflegediagnosen) können hinterlegt werden ("Pflegestandards", "Dokumentationsstandards")	Z1.3.1, Z1.3.2, Z2.1.2, Z2.2.1, Z3.2.1, Z5.2.1, Z6.1.2, Z7.1.1
A7.1	Typische Pflegepläne können erstellt und gepflegt werden.	
A7.2	Vorhandene typische Pflegepläne können integriert werden.	
A7.3	Typische Pflegepläne können bei der Pflegeplanung als Vorlage übernommen werden.	
A8	Eine Pflegeanamnese kann erstellt werden ("Informationssammlung")	Z1.2.1, Z3.1.1, Z3.2.1, Z5.1.1
A8.1	Die Gliederung der Informationssammlung kann frei gestaltet werden.	
A8.2	Pflegerelevante anamnestiche Daten können dokumentiert werden.	
A8.3	= A1.2	
A8.4	= A5.3	
A9	Probleme, Ressourcen, Ziele und geplante Maßnahmen können erfaßt werden.	Z1.2.1, Z3.2.1, Z5.1.1
A9.1	Pflegerelevante Probleme können dokumentiert werden.	
A9.1.1	= A5.3	
A9.1.2	= A16.2	
A9.2	Pflegerelevante Ressourcen können dokumentiert werden.	
A9.2.1	= A5.3	
A9.2.2	= A16.2	
A9.3	Pflegerische Ziele können dokumentiert werden.	
A9.3.1	= A5.3	
A9.3.2	= A16.3	
A9.4	Maßnahmen können geplant werden.	
A9.4.1	= A6.3	
A9.4.2	= A16.4	
A9.4.3	Maßnahmen können zeitlich geplant werden.	
A9.4.4	Bei geplanten Maßnahmen können die benötigten Ressourcen angegeben werden.	
A9.5	Der Zusammenhang zwischen Problemen, Ressourcen, Zielen und Maßnahmen kann dargestellt werden.	
A9.6	= A7.3	
A10	Die Durchführung geplanter Maßnahmen kann erfaßt werden.	Z1.2.1, Z2.1.1, Z3.1.2, Z3.2.2, Z4.1.2, Z5.1.1
A10.1	Die Art der durchgeführten Maßnahme kann erfaßt werden.	
A10.2	Die benötigte Zeit kann dokumentiert werden.	
A10.3	= A18	
A10.4	= A19	
A10.5	Änderungen gegenüber der Planung können dokumentiert werden.	
A10.6	Ergebnisse können dokumentiert werden.	

<i>ID</i>	<i>Name der Anforderung</i>	<i>IDs der Oberziele</i>
A11	Eine Zielüberprüfung kann durchgeführt werden.	Z1.2.1, Z1.3.1, Z2.1.2, Z3.1.3, Z5.2.1, Z7.1.1
A11.1	= A10.6	
A11.2	Der Erreichungsgrad geplanter Ziele kann dokumentiert werden.	
A12	Ein Pflegebericht kann geschrieben werden.	Z1.2.1, Z1.3.1, Z2.1.2, Z3.1.3, Z5.1.1, Z5.2.1, Z7.1.1
A12.1	= A10.6	
A12.2	Besondere Auffälligkeiten können dokumentiert werden.	
A13	Erfasser und Zeitpunkt der Erfassung muß bei jedem Eintrag erkennbar sein.	Z5.2.1, Z5.3
A13.1	Der Autor jedes Eintrag muß erkennbar sein.	
A13.2	Der Zeitpunkt jeder Erfassung muß erkennbar sein.	
A14	Alle Änderungen an der Dokumentation sind deutlich erkennbar.	Z5.2.2
A14.1	Es muß erkennbar sein, welche Informationen gültig sind.	
A14.2	Der Zustand vor Änderung muß erkennbar sein.	
A14.3	= A13.1	
A14.4	= A13.2	
A15	Nur berechtigte Personen können patientenbezogene Informationen einsehen.	Z5.3
A15.1	Jeder Zugriff auf patientenbezogene Informationen wird protokolliert.	
A15.2	Die Berechtigung wird beim Zugriff überprüft.	
A15.3	Die Rechte werden in Abhängigkeit von der Berechtigung vergeben.	
A16	Erinnerungshilfen können auf fehlende Informationen hinweisen.	Z1.3.1, Z5.1.2, Z7.1.2
A16.1	Eine fehlende Informationssammlung wird angemahnt.	
A16.2	Eine fehlende Ressourcen- und Problemdefinition wird angemahnt.	
A16.3	Eine fehlende Zieldefinition wird angemahnt.	
A16.4	Eine fehlende Maßnahmenplanung wird angemahnt.	
A16.5	Auf Probleme ohne Ziele wird hingewiesen.	
A16.6	Auf Ziele ohne Maßnahmenplanung wird hingewiesen.	
A16.7	Es können Vorschläge für fehlende Informationen gegeben werden.	
A17	Erinnerungshilfen können auf durchzuführende Tätigkeiten hinweisen.	Z1.1.2, Z1.3.1, Z5.1.2, Z7.1.2
A17.1	Es können Liste mit offenen Tätigkeiten erstellt werden.	
A17.2	Zu geplanten Zeitpunkten kann an offene Tätigkeiten erinnert werden.	
A18	Notwendige Ressourcen zu geplanten Tätigkeiten können angegeben werden.	Z1.1.2, Z4.2, Z4.3
A19	Verantwortliche für Tätigkeiten können angegeben werden.	Z1.1.2
A20	Patientenübergreifende Übersichten über durchgeführte Maßnahmen können erzeugt werden.	Z2.1.1, Z4.1.2
A20.1	= A10	
A20.2	= A3	
A20.3	Informationen können nach beliebigen Kriterien aggregiert darge-	

<i>ID</i>	<i>Name der Anforderung</i>	<i>IDs der Oberziele</i>
	stellt werden.	
A21	Patientenübergreifende Übersichten über verbrauchte Ressourcen können erzeugt werden.	Z4.1.1, Z4.2, Z4.3
A21.1	= A18	
A21.2	= A3	
A21.3	= A20.3	
A22	Patientenübergreifende Übersichten zur Pflegeplanung sind möglich.	Z6.2.1
A22.1	= A3	
A22.2	= A5	
A22.3	= A9	
A23	Die pflegerelevanten Informationen können auch von anderen Berufsgruppen eingesehen werden.	Z1.1.1, Z2.1.2
A23.1	= A15	
A24	Das Pflegeprozeßdokumentationssystem entspricht Anforderungen an eine gute Benutzbarkeit.	Z7.2.1, Z7.2.2
A24.1	Das Pflegeprozeßdokumentationssystem ist aufgabenangemessen. ⁸	
A24.2	Das Pflegeprozeßdokumentationssystem ist selbstbeschreibungsfähig. ⁸	
A24.3	Das Pflegeprozeßdokumentationssystem ist steuerbar. ⁸	
A24.4	Das Pflegeprozeßdokumentationssystem ist erwartungskonform. ⁸	
A24.5	Das Pflegeprozeßdokumentationssystem ist fehlerrobust. ⁸	
A24.6	Das Pflegeprozeßdokumentationssystem ist individualisierbar. ⁸	
A24.7	Das Pflegeprozeßdokumentationssystem ist erlernbar. ⁸	
A24.8	Benutzungsbeschreibungen bzw. -richtlinien sind verfügbar.	
A24.9	Die Eingabe von Freitext ist möglich.	
A25	Informationen sind schnell verfügbar.	Z7.2.2, Z7.2.3
A25.1	= A2	
A25.2	= A24	
A25.3	Auf Informationen kann von überall zugegriffen werden.	
A25.4	Auf Informationen kann gleichzeitig zugegriffen werden.	

Tabelle 8-2: Anforderungsmodell eines Pflegeprozeßdokumentationssystems.

⁸ Die Begriffe orientieren sich an der ISO-Norm 9421/10 nach [SANUS 1996].

8.3 Grafische Darstellung

Der Graph des Anforderungsmodells aus den Kapiteln 8.1 und 8.2 wird im folgenden dargestellt.

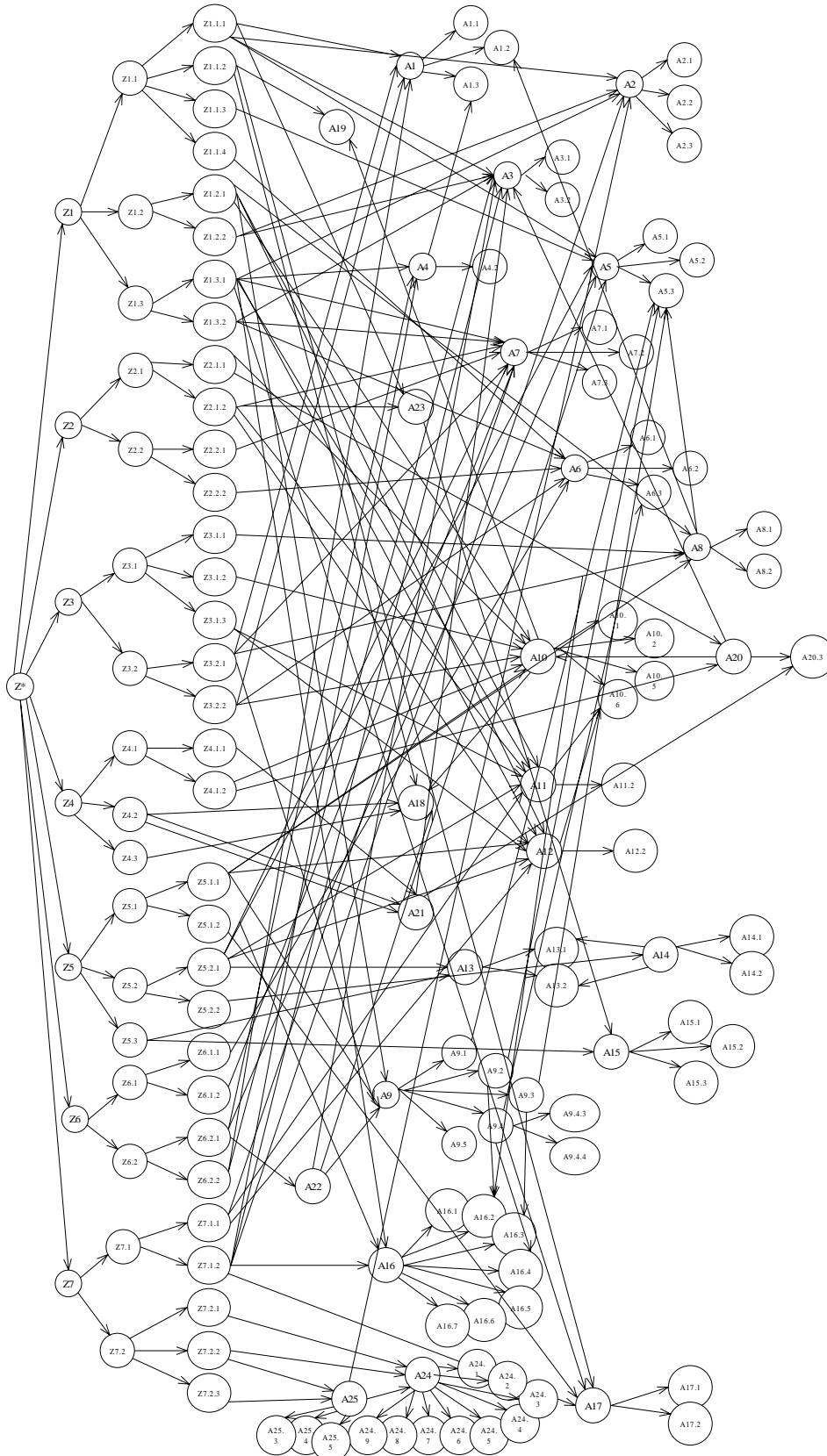


Abbildung 8-1: Graph des Anforderungsmodells für Pflegeprozeßdokumentationssysteme.

8.4 Bewertungskriterien der Blattanforderungen

Tabelle 8-3 stellt Bewertungskriterium und mögliche Ausprägungen für die Blattanforderungen des Anforderungsmodells aus Kapitel 8.2 dar. Außerdem wird für jedes Bewertungskriterium die Abbildung α_A auf die normierte Skala 0 - 3 dargestellt.

Die Bewertungskriterien wurden basierend auf den Erfahrungen mit Pflegeprozeßdokumentationssystemen ausgewählt. Weitere Hinweise zur Erstellung finden sich in Kapitel 5.1.2.

Anf.ID	Bewertungskriterium	Mögliche Ausprägungen			
		0	1	2	3
A1.1	Art der Gliederung der Eingabemöglichkeiten	Keine	1- bis 2-stufige Gliederungen	3- bis 4-stufige Gliederungen	min 5-stufige Gliederungen
A1.2	Umfang an Eingabehilfen	Keine	Darstellung der mögl. Eingaben ohne direkte Datenübernahme	Auswahl aus linearen Listen	Auswahl aus hierarchischen Listen
A1.3	Möglichkeit des Verweises auf vorhandene Informationen bei Eingaben	Keine	Vorhandene Infos müssen manuell kopiert werden.	Ein einfacher Verweis auf vorhandene Infos kann eingegeben werden.	Vorhandene Infos können über einen Verweis automat. kopiert werden.
A2.1	Möglichkeit der Hervorhebung von Informationen	Keine	Beliebige Kategorien können hervorgehoben werden.	Beliebige Einträge können hervorgehoben werden.	Beliebige Einträge können hervorgehoben und annotiert werden.
A2.2	Grad der Lesbarkeit der Informationen	kaum lesbar	im wesentlichen lesbar	überwiegend lesbar	vollständig lesbar
A2.3	Maß an Gliederung bei der Darstellung von Informationen	ungegliederte Darstellung	Infos können nach vorgegebenen Kategorien gegliedert dargestellt werden.	Infos können teilweise nach frei definierten Kategorien gegliedert werden.	Infos können immer nach beliebigen Kategorien dargestellt werden.
A3.1	Umfang der Suchmöglichkeiten	Keine Suche möglich	Einfache Suche nach einem Ausdruck möglich.	Komplexere Suchen mit Verknüpfungen möglich.	Suche nach ähnlichen Einträgen möglich.
A3.2	Möglichkeit zur gezielten Darstellung von Information	Keine	Beliebige Kategorien können selektiv werden.	Beliebige Infos können selektiv dargestellt werden.	Infos können patientenweise selektiv dargestellt werden.
A4.2	Möglichkeit zur Darstellung derselben Information an verschiedenen Stellen.	Keine	Informationen werden als unabhängige Kopien dargestellt.	Auf vorhandene Informationen wird bei Darstellung verwiesen.	Verwiesene Infos werden bei Darstellung aktualisiert und eingefügt.
A5.1	Möglichkeit der Pflege hierarchischer Kataloge.	Keine.	Hierarchiestufen sind eingeschränkt.	Beliebig viele Hierarchiestufen sind möglich.	Komplexere Edithilfen sind vorhanden
A5.2	Möglichkeit der Integration vorhandener Kataloge.	Keine	Vorhandene Kataloge können genutzt werden.	Vorhandene Kataloge in einem bestimmten Format können integriert werden.	Beliebige Kataloge können integriert werden.
A5.3	Möglichkeit der Nutzung der Kataloge bei Eingaben.	Keine	In Katalogen kann nachgeschlagen werden.	Einträge aus Katalogen können direkt übernommen werden.	Verweis auf Katalog wird mit übernommen.
A6.1	Möglichkeit der Pflege von Durchführungsrichtlinien.	Keine	Richtlinien können nachgeschlagen werden.	Richtlinien können hinterlegt und gepflegt werden	Richtlinien können zu einzelnen Maßnahmen hinterlegt werden.
A6.2	Möglichkeiten der In-	Keine	Vorhandene	Formatierte Durch-	Beliebige Durchfüh-

Anf.ID	Bewertungskriterium	Mögliche Ausprägungen			
		0	1	2	3
	tegration vorhandener Durchführungsrichtlinien.		Durchführungsrichtlinien können genutzt werden.	führungsrichtlinien können integriert werden.	rungsrichtlinien können integriert werden.
A6.3	Möglichkeit der Nutzung vorhandener Durchführungsrichtlinien als Vorlage in Planungen.	Nur manuelle Übernahme	Anbieten von passenden Richtlinien, manuelle Übernahme	Anbieten von passenden Richtlinien, direkte Übernahme	Anbieten von passenden Richtlinien, direkte Übernahme als Verknüpfung
A7.1	Möglichkeit der Pflege von typischen Pflegeplänen.	Keine	Typische Pflegepläne können nachgeschlagen werden.	Typische Pflegepläne können hinterlegt und gepflegt werden	Typische Pflegepläne können Pflegediagnosen zugeordnet werden
A7.2	Möglichkeit der Integration vorhandener typ. Pflegepläne	Keine	Vorhandene typ. Pflegepläne können genutzt werden.	Vorhandene typ. Pflegepläne in einem bestimmten Format können integriert werden.	Beliebige typ. Pflegepläne können integriert werden.
A7.3	Möglichkeit der Nutzung vorhandener typischer Pflegepläne als Vorlage in Planungen.	Nur manuelle Übernahme	Anbieten von passenden Pflegeplänen	Anbieten von passenden Pflegeplänen, direkte Übernahme	Anbieten von passenden Pflegeplänen, direkte Übernahme als Verknüpfung
A8.1	Möglichkeit zur freien Gestaltung der Informationssammlung	Keine	Aus vorgegebenen Feldern kann selektiert werden.	Felder können selber erstellt werden.	Felder können beliebig gegliedert werden.
A8.2	Möglichkeiten der Dokumentation anamnestischer Daten.	Keine	Eingabe als Freitext möglich.	Strukturierte Eingabe möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A9.1	Möglichkeit der Dokumentation von Pflegeproblemen.	Keine	Eingabe als Freitext möglich.	Strukturierte Eingabe möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A9.2	Möglichkeit der Dokumentation von Ressourcen.	Keine	Eingabe als Freitext möglich.	Strukturierte Eingabe möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A9.3	Möglichkeit der Dokumentation von Pflegezielen.	Keine	Eingabe als Freitext möglich.	Strukturierte Eingabe möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A9.4.3	Möglichkeit der zeitlichen Planung von Maßnahmen.	Keine	Eingabe von einzelnen Planzeiten möglich.	Eingabe von zeitlichen Serien möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A9.4.4	Möglichkeit der Angabe benötigter Ressourcen bei geplanten Maßnahmen.	Keine	Eingabe von Ressourcen je Maßnahme möglich.	Eingabe von Ressourcen für Maßnahmenerserien möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A9.5	Möglichkeit der Darstellung der Zusammenhänge zwischen Problemen, Ressourcen, Zielen, Maßnahmen	Keine	Einfache Verknüpfung von zwei Elementen möglich.	Komplexere Zusammenhänge sind darstellbar.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A10.1	Möglichkeit der Erfassung der Art der durchgeführten Maßnahme	Keine	Eingabe als Freitext möglich.	Strukturierte Eingabe möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A10.2	Möglichkeit der Erfassung der benötigten Zeit.	Keine	Eingabe als Freitext möglich.	Strukturierte Eingabe möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A10.5	Möglichkeit der Erfassung Änderungen ge-	Keine	Eingabe als Freitext möglich.	Strukturierte Eingabe möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten

Anf.ID	Bewertungskriterium	Mögliche Ausprägungen			
		0	1	2	3
	genüber der Planung				mit Eingabehilfen.
A10.6	Möglichkeit der Dokumentation der Ergebnisse	Keine	Eingabe als Freitext möglich.	Strukturierte Eingabe möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A11.2	Möglichkeit der Dokumentation des Erreichungsgrades geplanter Ziele	Keine	Eingabe als Freitext möglich.	Strukturierte Eingabe möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A12.2	Möglichkeit der Dokumentation besonderer Auffälligkeiten	Keine	Eingabe als Freitext möglich.	Strukturierte Eingabe möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A13.1	Erkennbarkeit des Autors bei jedem Eintrag	Nein	Kürzel ist erkennbar	Klartextname ist bei den meisten Einträgen erkennbar.	Klartextname ist bei allen Einträgen erkennbar.
A13.2	Erkennbarkeit des Zeitpunkts der Erfassung bei jedem Eintrag	Nein	Ungefähre Zeit erkennbar	Genauere Zeit ist bei den meisten Einträgen erkennbar.	Genauere Zeit ist bei allen Einträgen erkennbar.
A14.1	Erkennbarkeit der Gültigkeit von Informationen.	Nein	Nur die Gültigkeit einiger Einträge ist erkennbar.	Gültigkeit aller Einträge ist versteckt erkennbar.	Gültigkeit aller Einträge ist direkt erkennbar.
A14.2	Erkennbarkeit des Zustandes vor einer Änderung	Nein	Der Inhalt der letzten Änderungen ist erkennbar.	Der Inhalt aller Änderungen ist erkennbar.	Änderungen können rückgängig gemacht werden.
A15.1	Protokollierung jedes Zugriffs auf patientenbezogene Informationen	Nein	Nur schreibende Zugriffe werden protokolliert.	Auch lesende Zugriffe werden protokolliert.	Alle Zugriffe werden mit Datum und Klarname protokolliert.
A15.2	Überprüfung der Berechtigung bei jedem Zugriff	Nein	Berechtigung wird nur manchmal überprüft.	Berechtigung wird bei allen schreibenden Zugriffen überprüft.	Berechtigung wird bei jedem Zugriff überprüft.
A15.3	Vergabe der Rechte in Abhängigkeit von einer Berechtigung	Nein	Existenz mehrerer Rechtstufen	Existenz zahlreicher Rechtstufen	Differenziertes Rechtekonzept
A16.1	Anmahnung einer fehlenden Informationssammlung	Nein	Ein komplettes Fehlen wird angemahnt	Fehlende Einträge werden angemahnt	Erstellung einer übersichtlichen Fehlliste möglich
A16.2	Anmahnungen einer fehlenden Ressourcen- und Problemdefinition	Nein	Ein komplettes Fehlen wird angemahnt	Fehlende Einträge werden angemahnt	Erstellung einer übersichtlichen Fehlliste möglich
A16.3	Anmahnungen einer fehlenden Zieldefinition	Nein	Ein komplettes Fehlen wird angemahnt	Fehlende Einträge werden angemahnt	Erstellung einer übersichtlichen Fehlliste möglich
A16.4	Anmahnungen einer fehlenden Maßnahmenplanung	Nein	Ein komplettes Fehlen wird angemahnt	Fehlende Einträge werden angemahnt	Erstellung einer übersichtlichen Fehlliste möglich
A16.5	Hinweis auf Probleme ohne Ziele	Nein	Auf ein komplettes Fehlen von Zielen wird hingewiesen	Auf Probleme mit wenig Zielen wird hingewiesen.	Erstellung einer Statistik möglich
A16.6	Hinweis auf Ziele ohne Maßnahmenplanung	Nein	Auf ein komplettes Fehlen von Maßnahmen wird hingewiesen	Auf Ziele mit wenig Maßnahmen wird hingewiesen.	Erstellung einer Statistik möglich
A16.7	Anbieten von Vorschlägen zu fehlenden Informationen	Nein	Einfache Vorschläge	Umfangreichere Vorschläge	Umfangreichere Vorschläge mit Gewichtung von

Anf.ID	Bewertungskriterium	Mögliche Ausprägungen			
		0	1	2	3
					Alternativen
A17.1	Möglichkeit der Erstellung einer Liste mit offenen Tätigkeiten	Nein	Manuelle Erstellung und Pflege	Teilautomatische Erstellung und Pflege	Automatische Erstellung und Pflege
A17.2	Erinnerung an offene Tätigkeiten	Nein	Es können Hinweise auf offene Tätigkeiten manuell gesetzt werden	An offene Tätigkeiten wird zu angegebenen Terminen erinnert	An offene Tätigkeiten wird automatisch erinnert
A18	Möglichkeit der Angabe von Ressourcen zu geplanten Tätigkeiten	Nein	Eingabe von Ressourcen je Tätigkeit möglich.	Eingabe von Ressourcen für Tätigkeitsserien möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A19	Möglichkeit der Angabe eines Verantwortlichen zu geplanten Tätigkeiten	Nein	Eingabe eines Verantwortlichen je Tätigkeit möglich.	Eingabe eines Verantwortlichen für Tätigkeitsserien möglich.	Umfangreiche Eingabemöglichkeiten mit Eingabehilfen.
A20.3	Möglichkeit der beliebigen Aggregation von Information	Nein	nach vorgegebenen Kriterien	nach beliebig verknüpfbaren vorgegebenen Kriterien	nach beliebigen Kriterien
A24.1	Aufgabenangemessenheit ⁹	[-3, -2[	[-2, 0[	[0, 2[	[2, 3]
A24.2	Selbstbeschreibungsfähigkeit ⁹	[-3, -2[	[-2, 0[	[0, 2[	[2, 3]
A24.3	Steuerbarkeit ⁹	[-3, -2[	[-2, 0[	[0, 2[	[2, 3]
A24.4	Erwartungskonformität ⁹	[-3, -2[	[-2, 0[	[0, 2[	[2, 3]
A24.5	Fehlerrobustheit ⁹	[-3, -2[	[-2, 0[	[0, 2[	[2, 3]
A24.6	Individualisierbarkeit ⁹	[-3, -2[	[-2, 0[	[0, 2[	[2, 3]
A24.7	Erlernbarkeit ⁹	[-3, -2[	[-2, 0[	[0, 2[	[2, 3]
A24.8	Verfügbarkeit einer Benutzungsbeschreibung	Nein	Geringer Umfang	Ausführliches Handbuch	Ausführliches Handbuch mit Beispielen
A24.9	Möglichkeit der Eingabe von Freitext	Nein	In max. 30% der Eingabefeldern.	In 31-70% der Eingabefeldern.	Mehr als 70% der Eingabefeldern.
A25.3	Möglichkeit des Informationszugriffs von überall her	Nein	An mind. 2 Orten möglich	An 3 - 5 Orten möglich	An mehr als 5 Orten möglich
A25.4	Möglichkeit des gleichzeitigen Informationszugriffs	Keine	2-3 Personen können gleichzeitig zugreifen.	4-5 Personen können gleichzeitig zugreifen.	Mehr als 5 Personen können gleichzeitig zugreifen.
A25.5	Gute Lesbarkeit der Informationen.	>20% schlecht lesbar	10 - 20% der Informationen schlecht lesbar	< 10% der Informationen schlecht lesbar	Alle Informationen gut lesbar.

Tabelle 8-3: Bewertungskriterien der Blattanforderungen.

8.5 Bewertung zweier Pflegeprozeßdokumentationssysteme

Anhand der Bewertungskriterien aus Kapitel 8.4 werden im folgenden ein konventionelles und ein rechnergestütztes Pflegeprozeßdokumentationssystem bewertet. Die Anforderungen werden dabei gleich gewichtet.

⁹ Prüfung über Anwendung der ISO-Norm 9421/10 nach [SANUS 1996] (Wertebereich: jeweils -3 bis +3).

8.5.1 Bewertung der Blattanforderungen

Tabelle 8-4 stellt die Ergebnisse der Bewertung der Blattanforderungen dar. Zunächst wird die tatsächliche Ausprägung angegeben, anschließend wird diese basierend auf den in Kapitel 8.4 angegebenen Normierungsfunktionen auf die normierte Bewertung abgebildet.

AnfId	Bewertungskriterium	Konventionelle Realisierung		Rechnergestützte Realisierung	
		Tatsächliche Ausprägung	Normierte Bewertung	Tatsächliche Ausprägung	Normierte Bewertung
A1.1	Art der Gliederung der Eingabemöglichkeiten	Zwei Ebenen von Überschriften vorhanden	1	dito (z.B. Pflegebericht - Datum)	1
A1.2	Umfang an Eingabehilfen	keine Eingabehilfen vorhanden	0	Hierarchische Kataloge als Eingabehilfe vorhanden	3
A1.3	Möglichkeit des Verweises auf vorhandene Informationen bei Eingaben	Nur manuelle Kopie von Einträgen möglich	1	geplante Maßnahmen erscheinen direkt in Maßnahmendokumentation	3
A2.1	Möglichkeit der Hervorhebung von Informationen	Unterstreichungen, Markierungen möglich	3	Mittels Reitern kann auf bestimmte Infos verwiesen werden	1
A2.2	Grad der Lesbarkeit der Informationen	Handschriftlich	1	keine Handschriften	3
A2.3	Maß an Gliederung bei der Darstellung von Informationen	Kategorien sind vorgegeben	1	Kategorien in Katalogen sind frei definierbar	2
A3.1	Umfang der Suchmöglichkeiten	Keine Suchfunktion	0	Suche in Katalogen möglich, aber nicht patientenbezogen	1
A3.2	Möglichkeit zur gezielten Darstellung von Information	Keine Selektionen möglich	0	Keine Selektionen möglich	0
A4.2	Möglichkeit zur Darstellung von Informationen an verschiedenen Stellen.	Nur Kopien möglich	1	Maßnahmendokumentation paßt sich an Maßnahmenplanung an	3
A5.1	Möglichkeit der Pflegehierarchischer Kataloge.	Pflege einfacher Kataloge möglich	1	Komplexe Katalogverwaltung möglich	3
A5.2	Möglichkeit der Integration vorhandener Kataloge.	Beliebige vorhandene Kataloge können benutzt werden	1	PIK-Formate importierbar	2
A5.3	Möglichkeit der Nutzung der Kataloge bei Eingaben.	Nachschlagen in Katalogen (wenn vorhanden) möglich	1	Direkte Übernahme aus Katalog	2
A6.1	Möglichkeit der Pflege von Durchführungsrichtlinien.	Manuelles Nachschlagen möglich	1	Richtlinien können zu Maßnahmen hinterlegt werden	3
A6.2	Möglichkeiten der Integration vorhandener Durchführungsrichtlinien.	Nur Nutzung, keine Integration möglich	1	Strukturierung ist vorgegeben	2
A6.3	Möglichkeit der Nutzung vorhandener Durchführungsrichtlinien als Vorlage in Planungen.	manuelle Übernahme möglich	1	Richtlinien werden passend zur Maßnahme angeboten, manuelle Übernahme	2
A7.1	Möglichkeit der Pflege von typischen Pflege-	Manuelles Nachschlagen möglich	1	Zuordnung zu Pflegeproblemen mög-	3

AnfId	Bewertungskriterium	Konventionelle Realisierung		Rechnergestützte Realisierung	
		Tatsächliche Ausprägung	Normierte Bewertung	Tatsächliche Ausprägung	Normierte Bewertung
	plänen.			lich	
A7.2	Möglichkeit der Übernahme vorhandener typ. Pflegepläne	Nur Nutzung, keine Integration möglich	1	Strukturierung ist vorgegeben	2
A7.3	Möglichkeit der Übernahme vorhandener typischer Pflegepläne in Planungen.	manuelle Übernahme möglich	1	Pflegepläne werden passend zum Pflegeproblem angeboten, Übernahme manuell	2
A8.1	Möglichkeit zur freien Gestaltung der Informationssammlung	Gliederung ist vorgegeben	0	Keine InfoSammlung vorhanden	0
A8.2	Möglichkeiten der Dokumentation anamnestischer Daten.	Überwiegend Freitext	1	Keine Pflegeanamnese möglich	0
A9.1	Möglichkeit der Dokumentation von Pflegeproblemen.	Überwiegend Freitext	1	Katalogbasierte Eingabe	3
A9.2	Möglichkeit der Dokumentation von Ressourcen.	Überwiegend Freitext	1	Katalogbasierte Eingabe	3
A9.3	Möglichkeit der Dokumentation von Pflegezielen.	Überwiegend Freitext	1	Katalogbasierte Eingabe	3
A9.4.3	Möglichkeit der zeitlichen Planung von Maßnahmen.	Überwiegend Freitext	1	Katalogbasierte Eingabe	3
A9.4.4	Möglichkeit der Angabe benötigter Ressourcen bei geplanten Maßnahmen.	nicht vorgesehen	0	Zuordnung zu Maßnahmen möglich	2
A9.5	Möglichkeit der Darstellung der Zusammenhänge zwischen Problemen, Ressourcen, Zielen, Maßnahmen	jeweils Angabe der Zuordnung eines Elementes möglich	1	komplexe Editiermöglichkeiten	3
A10.1	Möglichkeit der Erfassung der Art der durchgeführten Maßnahme	Freitext	1	aus Katalog der Maßnahmen	2
A10.2	Möglichkeit der Erfassung der benötigten Zeit.	nicht vorgesehen	0	Freitext in Bemerkungen	1
A10.5	Möglichkeit der Erfassung Änderungen gegenüber der Planung	Freitext im Pflegebereich	1	Freitext in Bemerkungen	1
A10.6	Möglichkeit der Dokumentation der Ergebnisse	Freitext im Pflegebereich	1	Definition von Ergebnisskalen möglich	2
A11.2	Möglichkeit der Dokumentation des Erreichungsgrades geplanter Ziele	nicht vorgesehen	0	Freitext in Bemerkungen	1
A12.2	Möglichkeit der Dokumentation besonderer Auffälligkeiten	Freitext im Pflegebereich	1	Freitext in Bemerkungen	1
A13.1	Erkennbarkeit des Au-	Verwendung von	2	Automatische Proto-	3

AnfId	Bewertungskriterium	Konventionelle Realisierung		Rechnergestützte Realisierung	
		Tatsächliche Ausprägung	Normierte Bewertung	Tatsächliche Ausprägung	Normierte Bewertung
	tors bei jedem Eintrag	Kürzeln		kollierung	
A13.2	Erkennbarkeit des Zeitpunkts der Erfassung bei jedem Eintrag	Datum angeben	1	Automatische Protokollierung	3
A14.1	Erkennbarkeit der Gültigkeit von Informationen.	ungültige Einträge sind üblicherweise durchgestrichen	3	Unterscheidung zwischen aktuellem Zustand und früheren Zuständen	3
A14.2	Erkennbarkeit des Zustandes vor einer Änderung	Änderungen erfolgen durch Durchstreichen	2	Frühere Zustände können angesehen werden	2
A15.1	Protokollierung jedes Zugriffs auf patientenbezogene Informationen	Änderungen werden über Kürzel protokolliert	1	über automatische Protokollierung	1
A15.2	Überprüfung der Berechtigung bei jedem Zugriff	Kontrolle des Zugriffs durch anwesendes Personal	1	Umfangreiches Rechtekonzept	3
A15.3	Vergabe der Rechte in Abhängigkeit von einer Berechtigung	Unterschied zwischen zuständiger und sonstigen Pflegekräften	1	Umfangreiches Rechtekonzept	3
A16.1	Anmahnung einer fehlenden Informationssammlung	über Kontrolle durch vorgesetzte Pflegekraft	1	über Kontrolle durch vorgesetzte Pflegekraft	1
A16.2	Anmahnungen einer fehlenden Ressourcen- und Problemdefinition	über Kontrolle durch vorgesetzte Pflegekraft	1	über Kontrolle durch vorgesetzte Pflegekraft	1
A16.3	Anmahnungen einer fehlenden Zieldefinition	über Kontrolle durch vorgesetzte Pflegekraft	1	über Kontrolle durch vorgesetzte Pflegekraft	1
A16.4	Anmahnungen einer fehlenden Maßnahmenplanung	über Kontrolle durch vorgesetzte Pflegekraft	1	über Kontrolle durch vorgesetzte Pflegekraft	1
A16.5	Hinweis auf Probleme ohne Ziele	nicht vorgesehen	0	nicht vorgesehen	0
A16.6	Hinweis auf Ziele ohne Maßnahmenplanung	nicht vorgesehen	0	nicht vorgesehen	0
A16.7	Anbieten von Vorschlägen zu fehlenden Informationen	nicht vorgesehen	0	nicht vorgesehen	0
A17.1	Möglichkeit der Erstellung einer Liste mit offenen Tätigkeiten	Manuelle Pflege möglich	1	Auflistung offener Maßnahmen möglich	2
A17.2	Erinnerung an offene Tätigkeiten	Reiter-System	1	Erinnerungsfunktion	2
A18	Möglichkeit der Angabe von Ressourcen zu geplanten Tätigkeiten	nicht vorgesehen	0	Strukturierte Erfassung möglich	2
A19	Möglichkeit der Angabe eines Verantwortlichen zu geplanten Tätigkeiten	nicht vorgesehen	0	als Freitext	1
A20.3	Möglichkeit der beliebigen Aggregation von Information	nicht vorgesehen	0	nicht vorgesehen	0
A24.1	Aufgabenangemessenheit	Ergebnis: 0,2	2	Ergebnis: -0,2	1
A24.2	Selbstbeschreibungs-	Ergebnis: -0,4	1	Ergebnis: -0,6	1

AnfId	Bewertungskriterium	Konventionelle Realisierung		Rechnergestützte Realisierung	
		Tatsächliche Ausprägung	Normierte Bewertung	Tatsächliche Ausprägung	Normierte Bewertung
	fähigkeit				
A24.3	Steuerbarkeit	Ergebnis: 1,4	2	Ergebnis: -0,6	1
A24.4	Erwartungskonformität	Ergebnis: 0,6	2	Ergebnis: 0,4	2
A24.5	Fehlerrobustheit	Ergebnis: -0,6	1	Ergebnis: 0,6	2
A24.6	Individualisierbarkeit	Ergebnis: 0,2	2	Ergebnis: -0,4	1
A24.7	Erlernbarkeit	Ergebnis: 0,2	2	Ergebnis: -0,4	1
A24.8	Verfügbarkeit einer Benutzungsbeschreibung	Ausbildungshinweise für Pflegeschülerinnen	1	Handbuch, Schulungsunterlagen	3
A24.9	Möglichkeit der Eingabe von Freitext	Überwiegend Freitext	3	Freitext v.a. als Bemerkungen	1
A25.3	Möglichkeit des Informationszugriffs von überall her	nur jeweils an einem Ort möglich	0	je nach Ausstattung mit Rechnern	3
A25.4	Möglichkeit des gleichzeitigen Informationszugriffs	nur jeweils von einer Person möglich	0	je nach Ausstattung mit Rechnern	3
A25.5	Gute Lesbarkeit der Informationen.	Ausschließlich Handschrift	0	Ausschließlich Druckschrift	3

Tabelle 8-4: Bewertung der Blattanforderungen.

8.5.2 Bewertung der Anforderungen

Anhand der Blattbewertungen werden jetzt die Bewertungen der jeweiligen Oberelemente bis hinauf zu den Ausgangszielen errechnet. Die Bewertung eines Oberelements werden dabei, wie in Kapitel 5.1.2 festgelegt, als Mittelwert der Bewertung seiner Unterelemente ermittelt. Die Wertebereich ist jeweils (entsprechend den möglichen Ausprägungen) 0 - 3. Die Ergebnisse der Berechnungen stellt Tabelle 8-5 dar.

ID	Name der Anforderung	Bewertung konventionelle Realisierung	Bewertung rechnergestützte Realisierung
A1	Informationen können strukturiert abgelegt werden.	0,67	2,33
A2	Informationen können übersichtlich dargestellt werden.	1,67	2,0
A3	Informationen können selektiv oder vollständig dargestellt werden	0,00	0,5
A4	Daten können multipel verwendet werden.	1,00	3,00
A5	Einheitliche Begriffskataloge können hinterlegt werden.	1,00	2,33
A6	Durchführungsrichtlinien für pflegerische Maßnahmen können hinterlegt werden ("Pflegestandards", "Qualitätsstandards").	1,00	2,33
A7	Typische Pflegepläne (z.B. basierend auf Pflegediagnosen) können hinterlegt werden ("Pflegestandards", "Dokumentationsstandards")	1,00	2,33
A8	Eine Pflegeanamnese kann erstellt werden ("Informationssammlung")	0,5	1,25
A9	Probleme, Ressourcen, Ziele und geplante Maßnahmen können erfaßt werden.	0,96	1,86
A10	Die Durchführung geplanter Maßnahmen kann erfaßt werden.	0,25	1,5

<i>ID</i>	<i>Name der Anforderung</i>	<i>Bewertung konventionelle Realisierung</i>	<i>Bewertung rechnergestützte Realisierung</i>
A11	Eine Zielüberprüfung kann durchgeführt werden.	0,5	1,5
A12	Ein Pflegebericht kann geschrieben werden.	1,0	1,5
A13	Erfasser und Zeitpunkt der Erfassung muß bei jedem Eintrag erkennbar sein.	1,5	3,0
A14	Alle Änderungen an der Dokumentation sind deutlich erkennbar.	2,0	2,75
A15	Nur berechtigte Personen können patientenbezogene Informationen einsehen.	1,0	2,33
A16	Erinnerungshilfen können auf fehlende Informationen hinweisen.	0,57	0,57
A17	Erinnerungshilfen können auf durchzuführende Tätigkeiten hinweisen.	1,0	2,0
A18	Notwendige Ressourcen zu geplanten Tätigkeiten können angegeben werden.	0	2,0
A19	Verantwortliche für Tätigkeiten können angegeben werden.	0	1,0
A20	Patientenübergreifende Übersichten über durchgeführte Maßnahmen können erzeugt werden.	0,08	0,67
A21	Patientenübergreifende Übersichten über verbrauchte Ressourcen können erzeugt werden.	0,0	0,83
A22	Patientenübergreifende Übersichten zur Pflegeplanung sind möglich.	0,65	1,56
A23	Die pflegerelevanten Informationen können auch von anderen Berufsgruppen eingesehen werden.	1,0	2,33
A24	Das Pflegeprozeßdokumentationssystem entspricht Anforderungen an eine gute Benutzbarkeit.	1,78	1,44
A25	Informationen sind schnell verfügbar.	0,7	2,44

Tabelle 8-5: Bewertung der Anforderungen.

8.5.3 Bewertung der Ziele

Die Bewertung der Ziele stellt Tabelle 8-6 dar. Ihre Bewertung ergibt sich basierend auf den Mittelwerten der Bewertungen ihrer Unterelemente, also ihrer Teilanforderungen (siehe Kapitel 8.5.2) bzw. ihrer Teilziele.

<i>ID</i>	<i>Name des Zieles</i>	<i>Bewertung konventionelle Realisierung</i>	<i>Bewertung rechnergestützte Realisierung</i>
Z1	Sicherstellung einer hohen Qualität der Patientenversorgung	0,79	1,74
Z1.1	Sicherstellung der Kontinuität der Pflege	0,8	2,05
Z1.1.1	Unterstützung der Kommunikation	0,87	1,9
Z1.1.2	Unterstützung der Organisation der Pflege	0,33	1,67
Z1.1.3	Unterstützung der Nutzung gemeinsamer pflegerischer Begriffe	1,0	2,33
Z1.1.4	Unterstützung der einheitlichen Durchführung von Pflegemaßnahmen	1,0	2,33
Z1.2	Unterstützung der ganzheitlichen Versorgung des Patienten	0,74	1,39
Z1.2.1	Unterstützung der Pflege nach dem Pflegeprozeß	0,64	1,52
Z1.2.2	Unterstützung der Verfügbarkeit aller pflegerelevanten patientenbezogenen Informationen	0,84	1,25
Z1.3	Gewährleistung der Sicherheit für den Patienten	0,82	1,78
Z1.3.1	Vermeidung von Widersprüchen, Fehlern und Versäumnissen in der Pflege	0,96	1,84
Z1.3.2	Unterstützung pflegerischer Entscheidungen	0,67	1,72
Z2	Unterstützung der Professionalisierung in der Pflege	0,77	1,92
Z2.1	Stärkung des Selbstbewußtseins der Pflege	0,53	1,51
Z2.1.1	Unterstützung der Darstellung der erbrachten pflegerischen Leistungen	0,17	1,09
Z2.1.2	Unterstützung der Darstellung als eigene therapeutische Berufsgruppe	0,88	1,92
Z2.2	Stärkung der Selbstverantwortlichkeit der Pflege	1,0	2,33
Z2.2.1	Unterstützung der eigenständigen Planung der Pflege	1,0	2,33
Z2.2.2	Unterstützung der eigenständigen Durchführung der Pflege	1,0	2,33
Z3	Unterstützung der Qualitätssicherung	0,61	1,71
Z3.1	Ermöglichung der Überprüfung der Qualität der Pflege	0,5	1,42
Z3.1.1	Unterstützung der Dokumentation des Ausgangszustandes	0,5	1,25
Z3.1.2	Unterstützung der Dokumentation der pflegerischen Tätigkeiten	0,25	1,5
Z3.1.3	Unterstützung der Dokumentation der Ergebnisse der Pflege	0,75	1,5
Z3.2	Unterstützung der Sicherstellung der Qualität der Pflege	0,71	1,99
Z3.2.1	Unterstützung einer strukturierten Planung der Pflege	0,78	1,94
Z3.2.2	Unterstützung einer strukturierten Durchführung	0,64	2,05

<i>ID</i>	<i>Name des Zieles</i>	<i>Bewertung konventionelle Realisierung</i>	<i>Bewertung rechnergestützte Realisierung</i>
	der Pflege		
Z4	Unterstützung des Pflegemanagements	0,03	1,9
Z4.1	Ermöglichung einer patientenbezogenen Kosten- und Leistungsrechnung	0,09	0,96
Z4.1.1	Ermöglichung einer Übersicht über die pflegerischen Kosten	0	0,83
Z4.1.2	Ermöglichung einer Übersicht über die pflegerischen Leistungen	0,17	1,09
Z4.2	Unterstützung der Personalbedarfsplanung in der Pflege	0	1,42
Z4.3	Unterstützung der Planung der Materialplanung	0	1,42
Z5	Erfüllung rechtlicher Rahmenbedingungen	1,16	2,16
Z5.1	Unterstützung der Erfüllung von Dokumentationspflichten	0,74	1,38
Z5.1.1	Unterstützung der patientenbezogenen Dokumentation	0,68	1,53
Z5.1.2	Unterstützung einer lückenlosen Dokumentation	0,79	1,23
Z5.2	Unterstützung der rechtlichen Absicherung bei Klagen	1,5	2,44
Z5.2.1	Unterstützung der Dokumentation einer nachvollziehbaren Pflege	1,0	2,13
Z5.2.2	Unterstützung einer nachprüfaren Dokumentation	2,0	2,75
Z5.3	Unterstützung bei der Einhaltung der Datenschutzgesetze	1,25	2,67
Z6	Unterstützung von Pflegeforschung und Ausbildung	0,81	2,1
Z6.1	Unterstützung der Ausbildung von Pflegekräften	1,0	2,33
Z6.1.1	Unterstützung der Nutzung allgemeingültiger Handlungsrichtlinien	1,0	2,33
Z6.1.2	Unterstützung der Ausbildung in der Pflegeprozeßdokumentation	1,0	2,33
Z6.2	Unterstützung der Pflegeforschung	0,61	1,86
Z6.2.1	Unterstützung patientenübergreifender Auswertungen	0,88	2,3
Z6.2.2	Unterstützung kasuistischer Auswertungen	0,34	1,42
Z7	Gewährleistung von Benutzerfreundlichkeit	1,04	1,82
Z7.1	Sicherstellung einer guten Benutzerakzeptanz	0,84	1,69
Z7.1.1	Stärkung der Akzeptanz von Pflegeprozeßdokumentation	0,83	1,78
Z7.1.2	Stärkung der Akzeptanz des Pflegeprozeßdokumentationssystems	0,85	1,6
Z7.2	Ermöglichung von Zeitersparnissen	1,24	1,94
Z7.2.1	Gewährleistung einer raschen Erlernbarkeit	1,78	1,44
Z7.2.2	Ermöglichung einer einfachen Bedienbarkeit	1,24	1,94
Z7.2.3	Sicherstellung eines schnellen Zugriffs auf Informationen	0,7	2,44

Tabelle 8-6: Bewertung der Ziele.

8.5.4 Polaritätsprofile zweier Pflegeprozeßdokumentationssysteme

Abbildung 8-2 stellt die Bewertungen der sieben Hauptziele bei konventioneller und rechnerunterstützter Pflegedokumentation (siehe Kapitel 8.5) in Form eines Polaritätsprofils gegenüber.

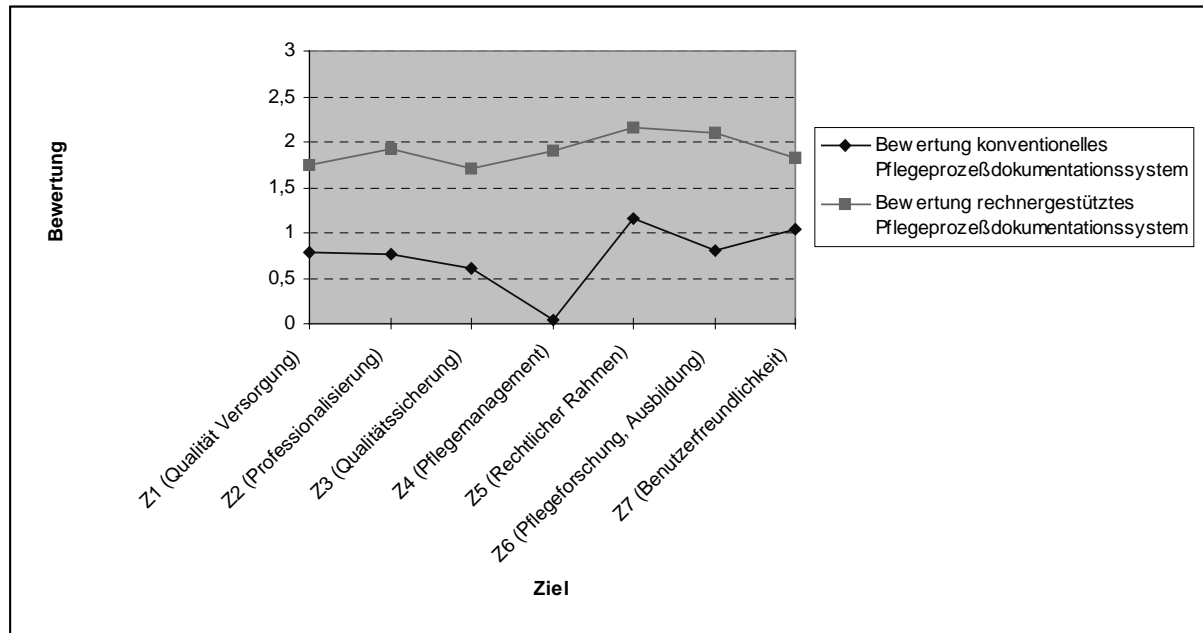


Abbildung 8-2: Polaritätsprofil der Bewertung eines konventionellen und eines rechnergestützten Pflegeprozeßdokumentationssystems.

9 Anhang: Ein Referenz-Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung in der Pflege

9.1 Zielmodell

Tabelle 9-1 stellt das basierend auf der 10-Schritt-Methode erarbeitete Zielmodell für die Informationsverarbeitung in der Pflege dar. Es besteht aus 2 Ebenen mit 22 Zielen. Ihr Zusammenhang in einem Graphen wird über die jeweilige ID der Ziele dargestellt. Details zur Erstellung finden sich in Kapitel 5.2.1.

<i>ID</i>	<i>Name des Zieles</i>
Z*	<i>Maximale Unterstützung der Pflege</i>
Z1	Unterstützung der Führung der Patientenakte
Z1.1	Unterstützung der Patientenstammdatenverwaltung
Z1.2	Unterstützung der Pflegedokumentation
Z1.3	Unterstützung der pflegerelevanten medizinischen Dokumentation
Z1.4	Unterstützung pflegerelevanter Auswertungen
Z2	Unterstützung der Stationsorganisation
Z2.1	Unterstützung der Patientenverwaltung
Z2.2	Unterstützung des Erzeugens von Organisationsmitteln
Z2.3	Unterstützung der Bettenverwaltung
Z2.4	Unterstützung der Verwaltung aller patientenbezogenen Dokumente
Z2.5	Unterstützung der Mitarbeiterverwaltung
Z2.6	Unterstützung der Lagerverwaltung
Z3	Unterstützung der Kommunikation mit Leistungserbringern
Z3.1	Unterstützung der Kommunikation mit diagnostischen und therapeutischen Leistungsstellen
Z3.2	Unterstützung der Kommunikation mit sonstigen Leistungsstellen
Z3.3	Unterstützung der Übersicht über angeforderte Leistungen
Z4	Unterstützung des Zugriffs auf Informationen und Wissen
Z4.1	Unterstützung des Zugriffs auf allgemeine Informationen
Z4.2	Unterstützung des Zugriffs auf pflegespezifische Informationen
Z4.3	Unterstützung des Zugriffs auf hausinterne Informationen
Z4.4	Unterstützung der pflegerischen Entscheidungsfindung
Z4.5	Unterstützung der Patienteninformierung

Tabelle 9-1: Zielmodell für die Informationsverarbeitung in der Pflege.

9.2 Anforderungsmodell

Tabelle 9-2 stellt ein Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung in der Pflege vor, ermittelt auf Basis des Zielmodells in Kapitel 9.1. Es besteht aus 1 Ebene und 69 Zielen. Ihr Zusammenhang in einem Graphen wird über die jeweilige ID der Anforderungen sowie über die Angabe der Oberziele dargestellt. Weitere Hinweise finden sich in Kapitel 5.2.1.

<i>ID</i>	<i>Name der Anforderung</i>	<i>IDs des Oberziels</i>
A1	Nach Patientendaten kann über beliebige Kriterien gesucht werden	Z1.1
A2	Patientenstammdaten können erfaßt, angesehen, geändert werden	Z1.1
A3	Patientenbezogene Notizen und Terminlisten können verwaltet werden	Z1.1
A4	Kataloge zur Pflegedokumentation können angesehen, genutzt und geändert werden	Z1.2
A5	Eine Pflegeanamnese kann erhoben werden	Z1.2
A6	Pflegediagnosen können dokumentiert werden	Z1.2
A7	Auf Verschlüsselungskataloge (z.B. ICNP) kann zugegriffen werden	Z1.2
A8	Pflegeprobleme können dokumentiert werden	Z1.2
A9	Pflegeressourcen können dokumentiert werden	Z1.2
A10	Pflegeziele können dokumentiert werden	Z1.2
A11	Pflegemaßnahmen können dokumentiert werden	Z1.2
A12	Pflegerische Leistungen können dokumentiert werden	Z1.2
A13	Pflegeberichte (bei Entlassung, Übergabe, Verlegung) können erstellt werden	Z1.2
A14	Eine Pflegeevaluation kann durchgeführt werden	Z1.2
A15	Der Pflegeaufwand kann verschlüsselt werden (z.B. PPR)	Z1.2
A16	Auf Pflegekategorie-Tabellen kann zugegriffen werden	Z1.2
A17	Pflegestandards können verwaltet und genutzt werden	Z1.2
A18	In der Pflegedokumentation kann nach beliebigen Kriterien gesucht werden	Z1.2
A19	Eine Fieberkurve (incl. Vitalparameter, Bilanzierung) kann geführt werden	Z1.3
A20	Medizinische Anordnungen (z.B. Medikation, Labor, Untersuchungen, Therapien) können dokumentiert werden	Z1.3
A21	Befunde (z.B. OP-Bericht, Laborwerte) können eingesehen werden	Z1.3
A22	Medizinische Diagnosen können eingesehen werden	Z1.3
A23	Arztbriefe können eingesehen werden	Z1.3
A24	Therapiepläne können aufgestellt werden	Z1.3
A25	Aufklärungsbögen und Einverständniserklärungen können verwaltet werden	Z1.3
A26	Pflegebezogene Abfragen können nach beliebigen Kriterien über beliebige Patienten ausgeführt werden	Z1.4
A27	Die Verlegung, Beurlaubung, Entlassung von Patienten kann dokumentiert werden	Z2.1
A28	Eine Pendelliste kann erstellt werden	Z2.1
A29	Etiketten mit Patientenstammdaten können erzeugt werden	Z2.2
A30	Briefe, Bescheinigungen etc. können erzeugt werden	Z2.2
A31	Die Bettenbelegung kann verwaltet werden (z.B. Bettenübersicht, Reservierung, Einbestellung, Freigabe)	Z2.3
A32	Eine Stationsstatistik (Stationsbelegung) kann erstellt werden	Z2.3
A33	Krankenakten können ausgeliehen, gesucht und zurückgegeben werden	Z2.4
A34	Sonstige Dokumente können verwaltet werden	Z2.4
A35	Eine Dienstplanung kann durchgeführt werden	Z2.5
A36	Die Mitarbeiterfortbildung kann organisiert werden	Z2.5
A37	Arbeitszeiten können erfaßt werden	Z2.5
A38	Pflegepersonal kann zu Patienten zugeordnet werden (z.B. nach Bezugspflege,	Z2.5

<i>ID</i>	<i>Name der Anforderung</i>	<i>IDs des Oberziels</i>
	Zimmerpflege, Bereichspflege)	
A39	Arbeitslisten können mitarbeiterbezogen verwaltet werden	Z2.5
A40	Sitzwachen und Aushilfen können organisiert werden	Z2.5
A41	Medikamente können verwaltet werden	Z2.6
A42	Sonstige Materialien können verwaltet werden	Z2.6
A43	Hausweite Leistungskataloge (z.B. Labor, Mikrobiologie, Röntgen, OP) können genutzt werden	Z3.1
A44	Termine können vereinbart werden	Z3.1
A45	Leistungen können angefordert werden	Z3.1
A46	Befunde können empfangen und eingesehen werden	Z3.1
A47	Transporte können angefordert werden	Z3.2
A48	Speisen können angefordert werden	Z3.2
A49	Medikament können angefordert werden	Z3.2
A50	Wäsche kann angefordert werden	Z3.2
A51	Sonstige Materialien können angefordert werden	Z3.2
A52	Instandsetzungen können angefordert werden	Z3.2
A53	Eine Übersicht über terminierte Leistungen kann erstellt werden	Z3.3
A54	An fällige Termine kann erinnert werden	Z3.3
A55	Auf allgemeine Verzeichnisse (Telefon, Mitarbeiter, Fahrplan, PLZ etc.) kann zugegriffen werden	Z4.1
A56	Auf Diskussionsforen (Schwarze Bretter) kann zugegriffen werden	Z4.1
A57	Auf Literaturverzeichnisse (z.B. Medline) kann zugegriffen werden	Z4.2
A58	Auf Nachschlagewerke (z.B. Pschyrembel) kann zugegriffen werden	Z4.2
A58	Auf allgemeine Medikamentenlisten (z.B. Rote Liste) kann zugegriffen werden	Z4.2
A59	Auf Fachinformationen (z.B. Fachbücher, Zeitschriften) kann zugegriffen werden	Z4.2
A60	Auf Listen der Hausapotheke kann zugegriffen werden	Z4.3
A61	Auf Adressen (z.B. Ärzte, Krankenkassen) kann zugegriffen werden	Z4.3
A62	Auf sonstige interne Listen (Kostenstellen, Artikel, Materialien) kann zugegriffen werden	Z4.3
A63	Auf Richtlinien und Dienstanweisungen kann zugegriffen werden	Z4.3
A64	Auf Informationen von Mitarbeitervertretungen kann zugegriffen werden	Z4.3
A65	Auf Fort- und Weiterbildungsinformationen (Termine, Kurse) kann zugegriffen werden	Z4.3
A66	Entscheidungsunterstützende Systeme können genutzt werden (z.B. bei Pflegediagnosen, Pflegedokumentation)	Z4.4
A67	Dem Patienten können Informationen über die Stationsorganisation gegeben werden	Z4.5
A68	Dem Patienten können Informationen über Therapien und Diagnostik gegeben werden	Z4.5
A69	Dem Patienten können Informationen über seine Daten gegeben werden	Z4.5

Tabelle 9-2: Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung in der Pflege.

9.3 Vergabe der Gewichtungen

Tabelle 9-3 stellt die von den Teilnehmern aus den 5 Krankenhäusern vergebenen Gewichtungen dar. Dabei wurden zunächst die Gewichte der Anforderungen aus dem Mittelwert der Angaben der Teilnehmer errechnet (Wertebereich: 0 - 5). Anschließend wurden, wie in Kapitel 5.2.1 festgelegt, die Gewichtungen der Ziele als Mittelwert der Gewichtungen ihrer Teilanforderungen errechnet.

Als nächstes wurden diese absoluten Bewertungen der Ziele und Anforderungen umgerechnet in relative Gewichtungen, so daß jeweils die Summe der Gewichtungen der Unterelemente eines beliebigen Elements genau 1 ergibt.

<i>ID</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>absolute Gewichtung</i>	<i>relative Gewichtung</i>
Z1	Unterstützung der Führung der Patientenakte	4,58	0,27
Z1.1	Unterstützung der Patientenstammdatenverwaltung	4,6	0,25
A1	Nach Patientendaten kann über beliebige Kriterien gesucht werden	4,75	0,35
A2	Patientenstammdaten können erfaßt, angesehen, geändert werden	5	0,36
A3	Patientenbezogene Notizen und Terminlisten können verwaltet werden	4	0,29
Z1.2	Unterstützung der Pflegedokumentation	4,76	0,26
A4	Kataloge zur Pflegedokumentation können angesehen, genutzt und geändert werden	5	0,07
A5	Eine Pflegeanamnese kann erhoben werden	5	0,07
A6	Pflegediagnosen können dokumentiert werden	3,5	0,05
A7	Auf Verschlüsselungskataloge (z.B. ICNP) kann zugegriffen werden	4	0,06
A8	Pflegeprobleme können dokumentiert werden	5	0,07
A9	Pflegeressourcen können dokumentiert werden	5	0,07
A10	Pflegeziele können dokumentiert werden	5	0,07
A11	Pflegemaßnahmen können dokumentiert werden	5	0,07
A12	Pflegerische Leistungen können dokumentiert werden	5	0,07
A13	Pflegeberichte (bei Entlassung, Übergabe, Verlegung) können erstellt werden	5	0,07
A14	Eine Pflegeevaluation kann durchgeführt werden	4,4	0,06
A15	Der Pflegeaufwand kann verschlüsselt werden (z.B. PPR)	5	0,07
A16	Auf Pflegekategorie-Tabellen kann zugegriffen werden	4,5	0,06
A17	Pflegestandards können verwaltet und genutzt werden	5	0,07
A18	In der Pflegedokumentation kann nach beliebigen Kriterien gesucht werden	5	0,07
Z1.3	Unterstützung der pflegerelevanten medizinischen Dokumentation	4,54	0,25
A19	Eine Fieberkurve (incl. Vitalparameter, Bilanzierung) kann geführt werden	5	0,16
A20	Medizinische Anordnungen (z.B. Medikation, Labor, Untersuchungen, Therapien) können dokumentiert werden	5	0,16
A21	Befunde (z.B. OP-Bericht, Laborwerte) können eingesehen werden	5	0,16
A22	Medizinische Diagnosen können eingesehen werden	3,4	0,11
A23	Arztbriefe können eingesehen werden	4,2	0,13
A24	Therapiepläne können aufgestellt werden	4,6	0,15

<i>ID</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>absolute Gewichtung</i>	<i>relative Gewichtung</i>
A25	Aufklärungsbögen und Einverständniserklärungen können verwaltet werden	4,6	0,15
Z1.4	Unterstützung pflegerelevanter Auswertungen	4,4	0,24
A26	Pflegebezogene Abfragen können nach beliebigen Kriterien über beliebige Patienten ausgeführt werden	4,4	1
Z2	Unterstützung der Stationsorganisation	3,9	0,23
Z2.1	Unterstützung der Patientenverwaltung	4,6	0,2
A27	Die Verlegung, Beurlaubung, Entlassung von Patienten kann dokumentiert werden	5	0,54
A28	Eine Pendelliste kann erstellt werden	4,2	0,46
Z2.2	Unterstützung des Erzeugen von Organisationsmitteln	4,3	0,18
A29	Etiketten mit Patientenstammdaten können erzeugt werden	4,6	0,53
A30	Briefe, Bescheinigungen etc. können erzeugt werden	4	0,47
Z2.3	Unterstützung der Bettenverwaltung	4,2	0,18
A31	Die Bettenbelegung kann verwaltet werden (z.B. Bettenübersicht, Reservierung, Einbestellung, Freigabe)	4,6	0,55
A32	Eine Stationsstatistik (Stationsbelegung) kann erstellt werden	3,8	0,45
Z2.4	Unterstützung der Verwaltung aller patientenbezogenen Dokumente	3	0,13
A33	Krankenakten können ausgeliehen, gesucht und zurückgegeben werden	3	0,5
A34	Sonstige Dokumente können verwaltet werden	3	0,5
Z2.5	Unterstützung der Mitarbeiterverwaltung	3,95	0,17
A35	Eine Dienstplanung kann durchgeführt werden	4,4	0,19
A36	Die Mitarbeiterfortbildung kann organisiert werden	4	0,17
A37	Arbeitszeiten können erfaßt werden	3,4	0,14
A38	Pflegepersonal kann zu Patienten zugeordnet werden (z.B. nach Bezugspflege, Zimmerpflege, Bereichspflege)	3,8	0,16
A39	Arbeitslisten können mitarbeiterbezogen verwaltet werden	3,6	0,15
A40	Sitzwachen und Aushilfen können organisiert werden	4,5	0,19
Z2.6	Unterstützung der Lagerverwaltung	3,4	0,15
A41	Medikamente können verwaltet werden	3,2	0,47
A42	Sonstige Materialien können verwaltet werden	3,6	0,53
Z3	Unterstützung der Kommunikation mit Leistungserbringern	4,34	0,26
Z3.1	Unterstützung der Kommunikation mit diagnostischen und therapeutischen Leistungsstellen	4,6	0,35
A43	Hausweite Leistungskataloge (z.B. Labor, Mikrobiologie, Röntgen, OP) können genutzt werden	4,2	0,23
A44	Termine können vereinbart werden	4,6	0,25
A45	Leistungen können angefordert werden	4,8	0,26
A46	Befunde können empfangen und eingesehen werden	4,8	0,26
Z3.2	Unterstützung der Kommunikation mit sonstigen Leistungsstellen	4,43	0,34
A47	Transporte können angefordert werden	4	0,15
A48	Speisen können angefordert werden	4,4	0,17
A49	Medikament können angefordert werden	4,8	0,18
A50	Wäsche kann angefordert werden	4,75	0,18
A51	Sonstige Materialien können angefordert werden	4,8	0,18

<i>ID</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>absolute Gewichtung</i>	<i>relative Gewichtung</i>
A52	Instandsetzungen können angefordert werden	3,8	0,14
Z3.3	Unterstützung der Übersicht über angeforderte Leistungen	4	0,31
A53	Eine Übersicht über terminierte Leistungen kann erstellt werden	4	0,5
A54	An fällige Termine kann erinnert werden	4	0,5
Z4	Unterstützung des Zugriffs auf Informationen und Wissen	4,18	0,25
Z4.1	Unterstützung des Zugriffs auf allgemeine Informationen	3,8	0,18
A55	Auf allgemeine Verzeichnisse (Telefon, Mitarbeiter, Fahrplan, PLZ etc.) kann zugegriffen werden	4	0,53
A56	Auf Diskussionsforen (Schwarze Bretter) kann zugegriffen werden	3,6	0,47
Z4.2	Unterstützung des Zugriffs auf pflegespezifische Informationen	4,3	0,21
A57	Auf Literaturverzeichnisse (z.B. Medline) kann zugegriffen werden	4,2	0,24
A58	Auf Nachschlagewerke (z.B. Psychrembel) kann zugegriffen werden	4,4	0,26
A58	Auf allgemeine Medikamentenlisten (z.B. Rote Liste) kann zugegriffen werden	4,4	0,26
A59	Auf Fachinformationen (z.B. Fachbücher, Zeitschriften) kann zugegriffen werden	4,2	0,24
Z4.3	Unterstützung des Zugriffs auf hausinterne Informationen	4,12	0,2
A60	Auf Listen der Hausapotheke kann zugegriffen werden	4,6	0,18
A61	Auf Adressen (z.B. Ärzte, Krankenkassen) kann zugegriffen werden	3,2	0,13
A62	Auf sonstige interne Listen (Kostenstellen, Artikel, Materialien) kann zugegriffen werden	4,25	0,17
A63	Auf Richtlinien und Dienstanweisungen kann zugegriffen werden	4,8	0,19
A64	Auf Informationen von Mitarbeitervertretungen kann zugegriffen werden	4	0,16
A65	Auf Fort- und Weiterbildungs-Informationen (Termine, Kurse) kann zugegriffen werden	4,2	0,17
Z4.4	Unterstützung der pflegerischen Entscheidungsfindung	5	0,24
A66	Entscheidungsunterstützende Systeme können genutzt werden (z.B. bei Pflegediagnosen, Pflegedokumentation)	5	1
Z4.5	Unterstützung der Patienteninformation	3,62	0,17
A67	Dem Patienten können Informationen über die Stationsorganisation gegeben werden	3,6	0,33
A68	Dem Patienten können Informationen über Therapien und Diagnostik gegeben werden	3,5	0,32
A69	Dem Patienten können Informationen über seine Daten gegeben werden	3,75	0,35

Tabelle 9-3: Vergebene Gewichtungen für ein Anforderungsmodell für die Informationsverarbeitung in der Pflege.

9.4 Bewertung der Informationsverarbeitung in der Pflege in fünf Krankenhäusern

9.4.1 Bewertungen der Blattanforderungen

Tabelle 9-4 stellt die von den 5 teilnehmenden Häusern jeweils angegebenen Bewertungen aller Blattanforderungen dar (Wertebereich: 1 - 5).

ID	Bezeichnung	Haus 1	Haus 2	Haus 3	Haus 4	Haus 5
A1	Nach Patientendaten kann über beliebige Kriterien gesucht werden	1	3	3	5	1
A2	Patientenstammdaten können erfaßt, angesehen, geändert werden	1	3	3	5	1
A3	Patientenbezogene Notizen und Terminlisten können verwaltet werden	3	1	2	5	1
A4	Kataloge zur Pflegedokumentation können angesehen, genutzt und geändert werden	4	3	4	5	4
A5	Eine Pflegeanamnese kann erhoben werden	5	3	3	5	5
A6	Pflegediagnosen können dokumentiert werden	3	1	-	1	4
A7	Auf Verschlüsselungskataloge (z.B. ICNP) kann zugegriffen werden	1	1	-	1	1
A8	Pflegeprobleme können dokumentiert werden	2	4	3	5	5
A9	Pflegeressourcen können dokumentiert werden	2	4	3	5	5
A10	Pflegeziele können dokumentiert werden	1	4	3	5	5
A11	Pflegemaßnahmen können dokumentiert werden	4	4	3	5	5
A12	Pflegerische Leistungen können dokumentiert werden	4	2	4	5	5
A13	Pflegeberichte (bei Entlassung, Übergabe, Verlegung) können erstellt werden	3	3	4	5	5
A14	Eine Pflegeevaluation kann durchgeführt werden	3	2	-	5	4
A15	Der Pflegeaufwand kann verschlüsselt werden (z.B. PPR)	5	3	-	5	3
A16	Auf Pflegekategorie-Tabellen kann zugegriffen werden	5	1	-	5	3
A17	Pflegestandards können verwaltet und genutzt werden	2	5	-	5	3
A18	In der Pflegedokumentation kann nach beliebigen Kriterien gesucht werden	1	1	-	5	1
A19	Eine Fieberkurve (incl. Vitalparameter, Bilanzierung) kann geführt werden	4	4	4	4	5
A20	Medizinische Anordnungen (z.B. Medikation, Labor, Untersuchungen, Therapien) können dokumentiert werden	5	4	3	4	5
A21	Befunde (z.B. OP-Bericht, Laborwerte) können eingesehen werden	5	3	4	4	4
A22	Medizinische Diagnosen können eingesehen werden	4	1	4	5	3
A23	Arztbriefe können eingesehen werden	5	2	-	5	3
A24	Therapiepläne können aufgestellt werden	3	3	4	5	4
A25	Aufklärungsbögen und Einverständniserklärungen können verwaltet werden	3	2	4	5	4
A26	Pflegebezogene Abfragen können nach beliebigen Kriterien über beliebige Patienten ausgeführt werden	1	1	-	3	1
A27	Die Verlegung, Beurlaubung, Entlassung von Patienten kann dokumentiert werden	3	4	3	5	1
A28	Eine Pendelliste kann erstellt werden	5	3	3	5	3
A29	Etiketten mit Patientenstammdaten können erzeugt werden	1	5	2	5	1

ID	Bezeichnung	Haus 1	Haus 2	Haus 3	Haus 4	Haus 5
	den					
A30	Briefe, Bescheinigungen etc. können erzeugt werden	3	1	1	4	1
A31	Die Bettenbelegung kann verwaltet werden (z.B. Bettenübersicht, Reservierung, Einbestellung, Freigabe)	2	2	4	5	3
A32	Eine Stationsstatistik (Stationsbelegung) kann erstellt werden	1	2	1	4	1
A33	Krankenakten können ausgeliehen, gesucht und zurückgegeben werden	1	3	3	4	1
A34	Sonstige Dokumente können verwaltet werden	1	3	3	4	1
A35	Eine Dienstplanung kann durchgeführt werden	4	4	4	4	2
A36	Die Mitarbeiterfortbildung kann organisiert werden	4	2	2	4	2
A37	Arbeitszeiten können erfaßt werden	4	4	-	1	2
A38	Pflegepersonal kann zu Patienten zugeordnet werden (z.B. nach Bezugspflege, Zimmerpflege, Bereichspflege)	4	2	3	5	5
A39	Arbeitslisten können mitarbeiterbezogen verwaltet werden	3	2	3	5	1
A40	Sitzwachen und Aushilfen können organisiert werden	4	4	-	4	3
A41	Medikamente können verwaltet werden	3	3	2	1	1
A42	Sonstige Materialien können verwaltet werden	3	3	2	1	1
A43	Hausweite Leistungskataloge (z.B. Labor, Mikrobiologie, Röntgen, OP) können genutzt werden	2	2	-	4	2
A44	Termine können vereinbart werden	2	2	2	4	1
A45	Leistungen können angefordert werden	3	3	4	4	2
A46	Befunde können empfangen und eingesehen werden	4	4	4	4	3
A47	Transporte können angefordert werden	2	2	4	3	2
A48	Speisen können angefordert werden	3	4	4	1	3
A49	Medikamente können angefordert werden	3	4	3	2	3
A50	Wäsche kann angefordert werden	3	2	3	2	3
A51	Sonstige Materialien können angefordert werden	3	4	3	2	3
A52	Instandsetzungen können angefordert werden	3	3	4	2	3
A53	Eine Übersicht über terminierte Leistungen kann erstellt werden	1	1	3	5	1
A54	An fällige Termine kann erinnert werden	1	1	3	5	2
A55	Auf allgemeine Verzeichnisse (Telefon, Mitarbeiter, Fahrplan, PLZ etc.) kann zugegriffen werden	2	3	2	5	1
A56	Auf Diskussionsforen (Schwarze Bretter) kann zugegriffen werden	3	2	-	4	4
A57	Auf Literaturverzeichnisse (z.B. Medline) kann zugegriffen werden	5	3	2	5	1
A58	Auf Nachschlagewerke (z.B. Psychrembel) kann zugegriffen werden	5	3	4	4	4
A58	Auf allgemeine Medikamentenlisten (z.B. Rote Liste) kann zugegriffen werden	5	3	4	5	4
A59	Auf Fachinformationen (z.B. Fachbücher, Zeitschriften) kann zugegriffen werden	3	2	4	5	2
A60	Auf Listen der Hausapotheke kann zugegriffen werden	4	3	3	3	3
A61	Auf Adressen (z.B. Ärzte, Krankenkassen) kann zugegriffen werden	2	2	4	1	1
A62	Auf sonstige interne Listen (Kostenstellen, Artikel, Materialien) kann zugegriffen werden	4	2	3	3	1

<i>ID</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Haus 1</i>	<i>Haus 2</i>	<i>Haus 3</i>	<i>Haus 4</i>	<i>Haus 5</i>
A63	Auf Richtlinien und Dienstanweisungen kann zugegriffen werden	5	3	5	4	4
A64	Auf Informationen von Mitarbeitervertretungen kann zugegriffen werden	3	3	2	4	3
A65	Auf Fort- und Weiterbildungs-Informationen (Termine, Kurse) kann zugegriffen werden	5	3	3	4	4
A66	Entscheidungsunterstützende Systeme können genutzt werden (z.B. bei Pflegediagnosen, Pflegedokumentation)	1	2	2	3	1
A67	Dem Patienten können Informationen über die Stationsorganisation gegeben werden	3	3	4	4	4
A68	Dem Patienten können Informationen über Therapien und Diagnostik gegeben werden	2	3	4	4	4
A69	Dem Patienten können Informationen über seine Daten gegeben werden	2	3	-	4	1

Tabelle 9-4: Bewertung der Blattanforderungen in fünf Krankenhäusern.

9.4.2 Bewertung der Ziele

In Tabelle 9-5 sind die Bewertungen der Ziele dargestellt. Sie ergeben sich durch die Gewichtung und Verrechnung der Bewertungen der Blattanforderungen aus Kapitel 9.4.1. Die Bewertung eines Oberelements ergab sich dabei als Mittelwert der Bewertungen seiner Unterelemente. Weitere Ausführungen hierzu finden sich in Kapitel 5.2.2.

<i>ID</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Haus 1</i>	<i>Haus 2</i>	<i>Haus 3</i>	<i>Haus 4</i>	<i>Haus 5</i>
Z1	Unterstützung der Führung der Patientenakte	2,47	2,29	3,23	4,31	2,54
Z1.1	Unterstützung der Patientenstammdatenverwaltung	1,58	2,42	2,71	5	1
Z1.2	Unterstützung der Pflegedokumentation	3	2,81	3,34	4,56	3,9
Z1.3	Unterstützung der pflegerelevanten medizinischen Dokumentation	4,23	2,88	3,82	4,62	4,16
Z1.4	Unterstützung pflegerelevanter Auswertungen	1	1	3	3	1
Z2	Unterstützung der Stationsorganisation	2,65	2,69	2,56	3,97	1,65
Z2.1	Unterstützung der Patientenverwaltung	3,92	3,54	3	5	1,92
Z2.2	Unterstützung des Erzeugen von Organisationsmitteln	1,94	1,47	1,53	4,53	1
Z2.3	Unterstützung der Bettenverwaltung	1,55	2	2,65	4,55	2,1
Z2.4	Unterstützung der Verwaltung aller patientenbezogenen Dokumente	1	3	3	4	1
Z2.5	Unterstützung der Mitarbeiterverwaltung	3,85	3,04	3,02	3,89	2,52
Z2.6	Unterstützung der Lagerverwaltung	3	3	2	1	1
Z3	Unterstützung der Kommunikation mit Leistungserbringern	2,25	2,37	3,27	3,62	2,14
Z3.1	Unterstützung der Kommunikation mit diagnostischen und therapeutischen Leistungsstellen	2,78	2,78	3,35	4	2,01
Z3.2	Unterstützung der Kommunikation mit sonstigen Leistungsstellen	2,85	3,2	3,46	1,98	2,85
Z3.3	Unterstützung der Übersicht über angeforderte Leistungen	1	1	4	5	1,5
Z4	Unterstützung des Zugriffs auf Informationen und Wissen	2,82	2,57	2,93	3,86	2,32
Z4.1	Unterstützung des Zugriffs auf allgemeine Informationen	2,47	2,53	2	4,53	2,41
Z4.2	Unterstützung des Zugriffs auf pflegespezifische Informationen	4,52	2,76	3,52	4,74	2,8

ID	Bezeichnung	Haus 1	Haus 2	Haus 3	Haus 4	Haus 5
Z4.3	Unterstützung des Zugriffs auf hausinterne Informationen	3,94	2,7	3,35	3,26	2,76
Z4.4	Unterstützung der pflegerischen Entscheidungsfindung	1	2,	2	3	1
Z4.5	Unterstützung der Patienteninformierung	2,33	3	4	4	2,95

Tabelle 9-5: Bewertung der Ziele in fünf Krankenhäusern.

9.4.3 Polaritätsprofile zur Informationsverarbeitung in der Pflege

Abbildung 9-1, Abbildung 9-2 und Abbildung 9-3 stellen Polaritätsprofile dar. Abbildung 9-1 stellt dabei die Erfüllung der vier Hauptziele je Krankenhaus dar, während Abbildung 9-2 und Abbildung 9-3 zwei bzw. drei Häuser bezüglich der Erfüllung der Teilziele gegenüberstellen.

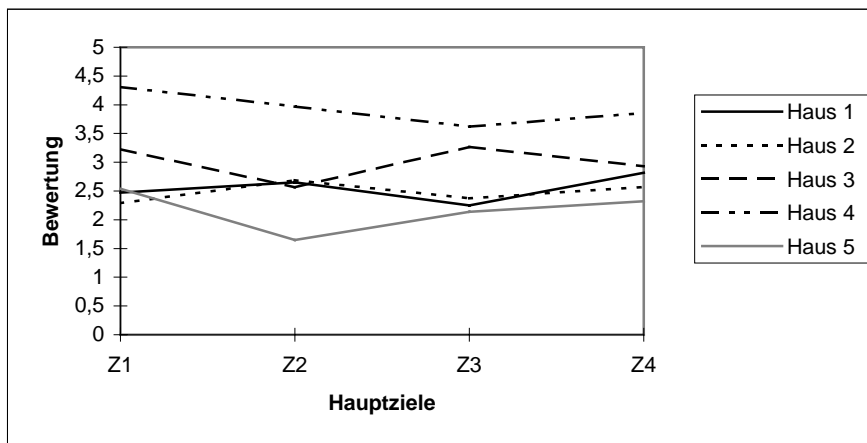


Abbildung 9-1: Polaritätsprofil der Bewertung der vier Hauptziele von fünf Krankenhäusern.

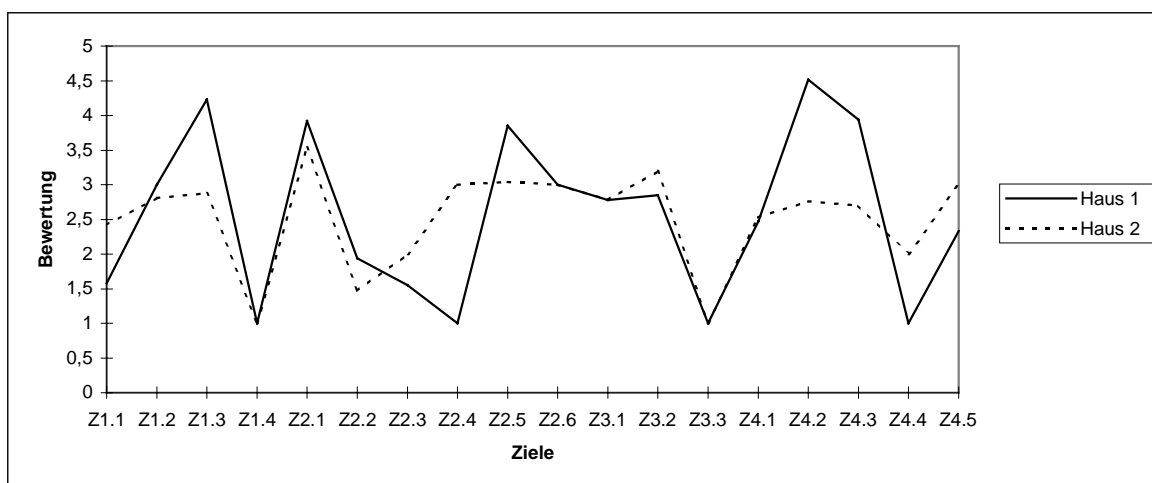


Abbildung 9-2: Polaritätsprofil der Bewertung der Ziele der Häuser 1 und 2.

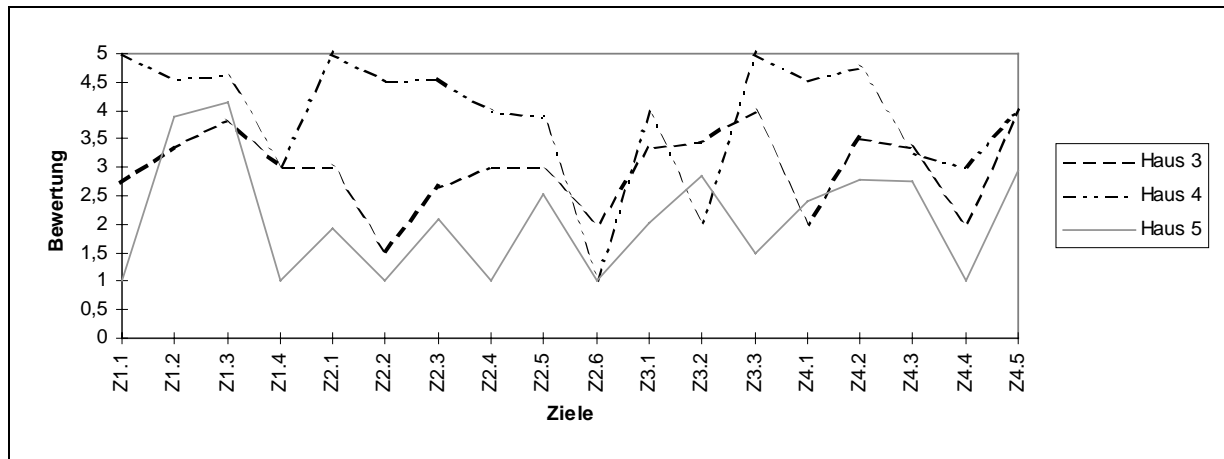


Abbildung 9-3: Polaritätsprofil der Bewertung der Ziele der Häuser 3, 4 und 5.

Danksagung

Viele Personen haben zum Gelingen der vorliegenden Arbeit beigetragen.

Besonderer Dank gilt Prof. Dr. Reinhold Haux, der mir nicht nur das Thema zur Verfügung stellte und die Betreuung und Erstbegutachtung übernahm, sondern auch immer Zeit fand für intensive und fruchtbare Diskussionen. Darüber hinaus ermöglichte er mir, meine zeitlichen Ressourcen so zu organisieren, daß die Promotion neben einer vollen Stelle überhaupt durchführbar war.

Danke auch an Prof. Dr. Alfred Winter, der für inhaltliche Diskussionen oft Zeit fand und mich mit seinen Fragen und seinem Interesse an dem Thema immer wieder motivierte.

Des weiteren möchte ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Abteilung Medizinische Informatik danken. Die positive und offene Atmosphäre in der Abteilung und die vielen Ermunterungen haben mich oft über die "Tiefpunkte" der letzten drei Jahre getragen. Ganz besonders möchte ich mich dabei bedanken bei

- Dr. Anke Buchauer, die trotz ihrer eigenen Belastung mit Lob und Kritik nie sparte und immer Zeit für ein Schwätzchen fand;
- Dr. Petra Knaup, die in ihrer ruhigen Art immer für alle Fragen und Probleme ein offenes Ohr und einen guten Tip hatte;
- Heidi Kampe-Hauk, die kompetent den größten Teil des Korrekturlesens übernahm und auch bei organisatorischen Fragen immer weiter wußte.

Außerdem möchte ich allen Kolleginnen und Kollegen danken, mit denen ich in den letzten drei Jahren bei den verschiedensten Projekten im Bereich von Forschung, Lehre und Dienstleistung zusammenarbeiten durfte. Die dort gemachten Erfahrungen haben diese Arbeit sicherlich mitgeprägt.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meiner Familie und meinem Freund, Markus Schwab, bedanken, welche mich während der ganzen Zeit immer unterstützt und motiviert haben. Ich hoffe, in Zukunft wieder mehr Zeit für sie zu haben.

Lebenslauf

Elske Ammenwerth

Staatsangehörigkeit deutsch
geboren am 26.8.1970
in Oldenburg
Familienstand ledig
Vater Wilhelm Ammenwerth
Mutter Dr. med. Hille Ammenwerth, geb. Buss

Schulischer Werdegang

1976-1980 Gemeinschaftsgrundschule Schermbeck
1980-1989 Andreas-Vesalius-Gymnasium Wesel
3. Mai 1989 Allgemeine Hochschulreife

Universitärer Werdegang

WS 89/90 Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Gesamthochschule Essen
4.9.1991 Ärztliche Vorprüfung

WS 91/92 Beginn des Studiums der Medizinischen Informatik
an der Fachhochschule Heilbronn/Universität Heidelberg
30.11.1993 Diplom-Vorprüfung
29.1.1997 Diplom-Prüfung

März 1996 - Jan. 1997 Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Medizinische Biometrie und Informatik, Abteilung Medizinische Informatik
seit Febr. 1997 Wissenschaftliche Angestellte am Institut für Medizinische Biometrie und Informatik, Abteilung Medizinische Informatik
26.5.2000 Promotionsprüfung

Publikationsliste

Beiträge in internationalen Zeitschriften

Ammenwerth E, Buchauer A, Bludau B, Haux R (2000). Mobile information and communication tools in hospital. *International Journal of Medical Informatics*. 57(1): 21-40.

Ammenwerth E, Haux R (2000). A compendium of information processing functions in nursing. *Erscheint in: Computers in Nursing*.

Ammenwerth E, Eichstädter R, Haux R, Pohl U (2000). Systematic evaluation of a computer-based nursing documentation system. *Eingereicht bei: Methods of Information in Medicine*.

Beiträge zu Tagungen

Ammenwerth E, Haux R, Pohl U (2000). Computer-based documentation systems and their integration into hospital information systems. Eingeladener Vortrag auf der SCI2000 (4th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics) in Orlando, Florida, Juli 2000.

Pohl U, Ammenwerth E, Ehlers F, Kruppa B, Eichstädter R, Haux R, Parzer P, Resch F (2000). Cooperative Work in Hospitals. Poster auf der Coop'2000, Mai 2000, Frankreich.

Ammenwerth E, Ehlers F, Eichstädter R, Haux R, Kruppa B, Parzer P, Pohl U, Resch F (2000), Analysis and Modeling of the Treatment Process Characterizing the Cooperation within Multi-professional Treatment Teams. *Eingereicht bei: Medical Informatics Europe*, Sept. 2000, Hannover.

Ammenwerth E, Eichstädter R, Pohl U, Haux R, Rebel S, Spieß-Holusa R (2000), Rechnergestützte Pflegedokumentation in der klinischen Routine. *Eingereicht bei: 45. GMDS-Jahrestagung*, Sept. 2000, Hannover.

Pohl U, Eichstädter R, Spieß-Holusa R, Ammenwerth E, Haux R (2000). Einsatz von standardisierten Pflegeplänen in dv-gestützten Pflegedokumentationssystemen. *Eingereicht bei: 45. GMDS-Jahrestagung*, Sept. 2000, Hannover.

Ammenwerth E, Eichstädter R, Haux R, Pohl U (2000). Systematische Evaluation von Pflegedokumentationssystemen. *Eingereicht bei: Münchner Pflegekongreß 2000*, November 2000, München.

Ammenwerth E, Haux R, Eichstädter R, Kochenburger L, Rebel S (1999). Systematic evaluation of computer-supported nursing documentation. In: Tagungsband der 44. Jahrestagung der GMDS, 13.-16.9.1999, Heidelberg. München: Urban & Vogel. 286-290.

Buchauer A, Ammenwerth E, Haux R (1999). Requirements index for information processing in hospitals. In: Tagungsband der 44. Jahrestagung der GMDS, 13.-16.9.1999, Heidelberg. München: Urban & Vogel. 228-231.

Ammenwerth E, Bludau H (1998). Mobile Computer im Gesundheitswesen. Poster auf der 43. Jahrestagung der GMDS in Bremen, 14.-16.09.1998.

Buchauer A, Ammenwerth E, Winter A, Haux R (1997). 3LGM: Method and Tool to support the management of heterogeneous hospital information systems. In: *Computers in Medicine* Lodz, Polish society of Medical Informatics. Vol 1. S. 77-82.

Ammenwerth E, Hacker W, Haux R, Kunath H, Scheuch K (1997). Unterstützung des Pflegeprozesses durch Informations- und Kommunikationstechniken - Bericht über ein interdisziplinäres Forschungsvorhaben. Poster auf der 42. Jahrestagung der GMDS in Ulm, 15.-18.9.97.

Beiträge zu Büchern

- Ammenwerth E, Haux R, Hertrich L, Kochenburger L (1999). Projektmanagement bei der Einführung von EDV in der Pflege. In: *Computer in der Krankenpflege* (Hrsg: Hacker W, Scheuch K, Kunath H, Haux R). Regensburg, Roderer-Verlag. S. 147-163.
- Ammenwerth E, Haux R, Hohlfeld A, Schwering H, Hertrich L (1999). Bewertung und Auswahl von EDV-Systemen in der Pflege. In: *Computer in der Krankenpflege* (Hrsg: Hacker W, Scheuch K, Kunath H, Haux R). Regensburg, Roderer-Verlag. S. 164-183.
- Ammenwerth E, Eichstädter R, Haux R, Kochenburger L, Zoch C, Schulz B, Hertrich L (1999). Einführung von EDV in der Pflege. In: *Computer in der Krankenpflege* (Hrsg: Hacker W, Scheuch K, Kunath H, Haux R). Regensburg, Roderer-Verlag. S. 184-205.
- Bludau B, Ammenwerth E, Herzog W (1999). Information und Kommunikation im Gesundheitswesen. In: *Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen* (Hrsg: Roßnagel A, Haux R, Herzog W). Braunschweig, Vieweg-Verlag. S. 11-24.
- Buchauer A, Ammenwerth E, Bonsanto M, Haux R (1999). Chancen mobiler Informationsverarbeitung in der Klinik. In: *Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen* (Hrsg: Roßnagel A, Haux R, Herzog W). Braunschweig, Vieweg-Verlag. S. 25-34.
- Ammenwerth E, Bludau B, Buchauer A, Damker H, Pordesch U (1999). Projekte mobiler und sicherer Kommunikation im Gesundheitswesen. In: *Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen* (Hrsg: Roßnagel A, Haux R, Herzog W). Braunschweig, Vieweg-Verlag. S. 45-64.
- Pordesch U, Ammenwerth E, Damker H (1999). Technik in der Simulationserprobung. In: *Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen* (Hrsg: Roßnagel A, Haux R, Herzog W). Braunschweig, Vieweg-Verlag. S. 99-122
- Schneider M, Ammenwerth E, Bludau B, Kumbruck C (1999). Untersuchungs- und Auswertungsschritte in der Simulationsstudie. In: *Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen* (Hrsg: Roßnagel A, Haux R, Herzog W). Braunschweig, Vieweg-Verlag. S. 123-136.
- Ammenwerth E, Bludau B, Buchauer A (1999). Mobile Informationsverarbeitung. In: *Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen* (Hrsg: Roßnagel A, Haux R, Herzog W). Braunschweig, Vieweg-Verlag. S. 171-186.
- Bludau B, Ammenwerth E, Buchauer A (1999). Die Nutzung Mobiler Werkzeuge in der Klinikorganisation. In: *Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen* (Hrsg: Roßnagel A, Haux R, Herzog W). Braunschweig, Vieweg-Verlag. S. 231-252.
- Pordesch U, Ammenwerth E, Kumbruck C (1999). Folgerungen zur Methode der Simulationsstudie. In: *Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen* (Hrsg: Roßnagel A, Haux R, Herzog W). Braunschweig, Vieweg-Verlag. S. 253-274.
- Haux R, Ammenwerth E, Buchauer A (1999). Perspektiven mobiler Informationsverarbeitung. In: *Mobile und sichere Kommunikation im Gesundheitswesen* (Hrsg: Roßnagel A, Haux R, Herzog W). Braunschweig, Vieweg-Verlag. S. 275-280.
- Buchauer A, Ammenwerth E, Bludau B, Haux R, Herzog W, Taubert G (1999). Mobile Informations- und Kommunikationswerkzeuge im Gesundheitswesen. In: *Mehrseitige Sicherheit in der Kommunikationstechnik - Band 2: Mensch - Akzeptanz - Nutzbarkeit* (Hrsg: Müller G, Stapf KH). Bonn, Addison Wesley. S. 335-348.
- Bludau B, Ammenwerth E, Kumbruck C, Roßnagel A (1999). Sicherer mobiler Informationsaustausch in Praxis und Klinik - Ergebnisse der Simulationsstudie. In: *Mehrseitige Sicherheit in der Kommunikationstechnik - Band 2: Mensch - Akzeptanz - Nutzbarkeit* (Hrsg: Müller G, Stapf KH). Bonn, Addison Wesley. S. 381-396.
- Roßnagel A, Ammenwerth E, Buchauer A, Bludau B (1999). Simulation Study for the Evaluation of Security Technology. In: *Multilateral Security for Global Communication* (Hrsg: Müller G, Rannenberg K). Bonn, Addison-Wesley.

Sonstiges

Pohl U, Ammenwerth E, Eichstädter R, Haux R (2000): Rechnerbasierte Pflegedokumentation Ein Erfahrungsbericht. Eingerichtet bei der Zeitschrift "Die Pflege".

Ammenwerth E, Eichstädter R, Haux R, Pohl U, Rebel S, Schendera C, Ziegler S (1999): Systematische Evaluation von Pflegedokumentationssystemen - Studienprotokoll und Ergebnisse, Bericht Nr. 2/99. Bericht der Abteilung Medizinische Informatik, Universität Heidelberg.

Bludau B, Ammenwerth E, Buchauer A (1999). Integration of mobile communications technology into a hospital - prerequisites and working areas in compliance with psycho-social aspects. Workshop for Interactive Applications of Mobile Computing, 1999, Rostock.

Buchauer A, Ammenwerth E, Bludau B, Haux R (1998). Mobile Kommunikation und Informationsverarbeitung - Ergebnisse einer Simulationsstudie. Management & Krankenhaus 12/98.

Ammenwerth E (1997): Evaluation eines Werkzeuges und von Methoden zur Anwendung des 3LGM für das Management von Krankenhausinformationssystemen, Diplomarbeit, Universität Heidelberg, Abteilung Medizinische Informatik.