

# Referenzmodelle für die Unterstützung des Managements von Krankenhausinformationssystemen\*

## Reference Models to support the Management of Hospital Information Systems

AL. WINTER<sup>1</sup>, AN. WINTER<sup>2</sup>, K. BECKER<sup>3</sup>, O.J. BOTT<sup>4</sup>, B. BRIGL<sup>1</sup>, S. GRÄBER<sup>5</sup>, W. HASSELBRING<sup>6</sup>, R. HAUX<sup>7</sup>, C. JOSTES<sup>8</sup>, O.-S. PENGINE<sup>9</sup>, H.-U. PROKOSCH<sup>10</sup>, J. RITTER<sup>11</sup>, R.SCHÜTTE<sup>12</sup>, A. TERSTAPPEN<sup>4</sup>,

### Schlüsselwörter

Krankenhausinformationssystem, Management von Krankenhausinformationssystemen, Informationsmanagement, Referenzmodell

---

\* Diese Arbeit entstand in der Arbeitsgruppe "Methoden und Werkzeuge für das Management von Krankenhausinformationssystemen" der GMDS, die gleichzeitig Arbeitskreis im Fachausschuß 4.7 "Medizinische Informatik" der GI ist ([http://www.med-rz.uni-sb.de/med\\_fak/imbei/sg/www.html](http://www.med-rz.uni-sb.de/med_fak/imbei/sg/www.html)).

1 Universität Leipzig, Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie

2 Universität Koblenz-Landau, Institut für Softwaretechnik

3 debis Systemhaus GEI, Aachen

4 Technische Universität Braunschweig, Institut für Medizinische Informatik

5 Universitätskliniken des Saarlandes, Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik

6 Universität Tilburg, INFOLAB Department of Information Management and Computer Science, Niederlande

7 Universität Heidelberg, Institut für Medizinische Biometrie und Informatik

8 SYSECA, Siegburg

9 SMS Dataplan, Hamburg

10 Universität Münster, Institut für Medizinische Informatik und Biomathematik

11 Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Informatik-Werkzeuge und -Systeme (OFFIS)

12 Universität Essen, Institut für Betriebswirtschaftslehre, insbes. Produktion und Industrielles Informationsmanagement

## Keywords

hospital information system, management of hospital information systems, information management, reference model

## Zusammenfassung

Angesichts der zunehmenden Diskussion über Referenzmodelle für Informationssysteme aber auch für Krankenhausinformationssysteme wird in dieser Arbeit untersucht, was Referenzmodelle sind und bei welchen Aufgaben des Managements von Krankenhausinformationssystemen welche Typen von Referenzmodellen hilfreich sind. Hierzu wird eine Typisierung von Referenzmodellen vorgeschlagen. Beispiele einfach strukturierter jedoch für die Praxis relevanter Referenzmodelle für das Management von Krankenhausinformationssystemen werden skizziert.

## Summary

Considering the increasing discussion about reference models for information systems, and also especially for hospital information systems, we discuss the characteristics of reference models, and what types of reference models may be used for the management of hospital information systems. To this, we propose a classification for reference models. Requirements and functional catalogues are examples for plain structured reference models, which are nevertheless important for the management of hospital information systems in practice.

## 1 Problematik und Fragestellung

Krankenhausinformationssysteme sollen Krankenhäuser bei ihren informationsverarbeitenden Aufgaben in geeigneter Weise unterstützen. Damit ein Krankenhausinformationssystem diese Aufgaben erfüllen kann, bedarf es eines systematischen Managements.

Angesichts der zunehmenden Diskussion über Referenzmodelle für Informationssysteme (BECKER, ROSEMAN et al. 1999) und dem zunehmenden Angebot von Referenzmodellen für Informationssysteme aber auch für Krankenhausinformationssysteme durch einschlägige Firmen stellen sich folgende Fragen, die in dieser Arbeit beantwortet werden sollen:

- Was sind Referenzmodelle und welche Typen von Referenzmodellen gibt es im Zusammenhang mit dem Management von Krankenhausinformationssystemen?

- Bei welchen Aufgaben des Managements von Krankenhausinformationssystemen können welche Typen von Referenzmodellen hilfreich sein?

Zur Beantwortung der Fragen wird zunächst eine Einführung in die unterschiedlichen Ebenen und Phasen des Managements von Krankenhausinformationssystemen gegeben. Darauf aufbauend wird der Begriff Referenzmodell definiert. Es werden die im Kontext von Krankenhausinformationssystemen relevanten Referenzmodelle typisiert, und es wird dargestellt, auf welcher Ebene bzw. in welcher Phase des Managements welcher Referenzmodelltyp genutzt werden kann. Schließlich werden Beispiele verfügbarer Referenzmodelle vorgestellt.

## 2 Management von Krankenhausinformationssystemen

Ein *Krankenhausinformationssystem* ist das Teilsystem eines Krankenhauses, welches alle informationsverarbeitenden Prozesse und die an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungsträger in ihrer informationsverarbeitenden Rolle umfaßt (WINTER, ZIMMERLING et al. 1998). Die von den Handlungsträgern für die Zwecke der Informationsverarbeitung eingesetzten Hilfsmittel (Anwendungssysteme, Rechner, Regalanlagen, Akten, ...) sollen im folgenden als Werkzeuge des Krankenhausinformationssystems bezeichnet werden.

Das *Management von Krankenhausinformationssystemen* ist das Informationsmanagement in Krankenhäusern (WINTER, ZIMMERLING et al. 1998). Es hat die Aufgabe,

- Krankenhausinformationssysteme zu *planen*,
- die Weiterentwicklung ihrer Architektur und ihren Betrieb zu *steuern* und
- die Einhaltung der Planvorgaben sowie den Betrieb zu *überwachen*.

Dieses Management umfaßt die Gegenstandsebenen des Managements von Information, Anwendungssystemen und rechner- oder nicht-rechnerunterstützter Informations- und Kommunikationstechnik.

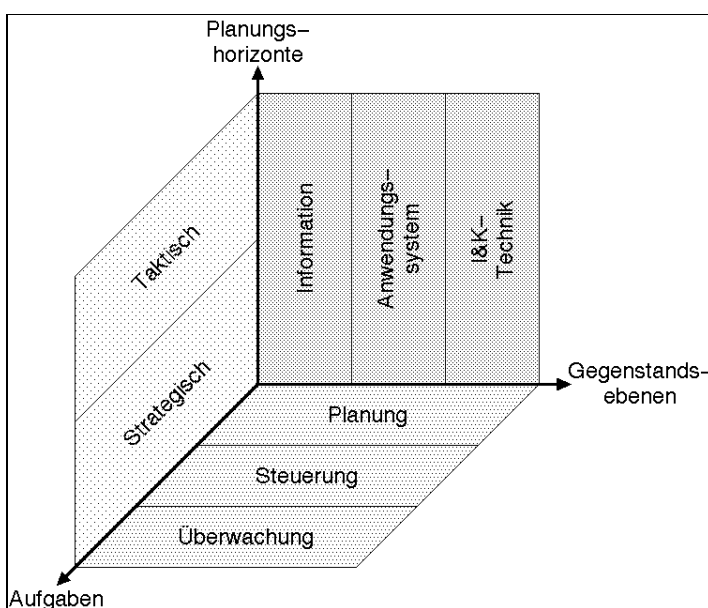


Abb. 1: Drei Dimensionen des Managements von Krankenhausinformationssystemen

In Bezug auf den Planungshorizont lassen sich Aufgaben des strategischen und des taktischen Managements (HAUX, LAGEMANN et al. 1998) unterscheiden.

Dadurch ergeben sich drei Dimensionen des Managements von Krankenhausinformationssystemen, die in Abb. 1 dargestellt sind.

Angesichts der Komplexität von Krankenhausinformationssystemen ist ihr Management auf Modelle angewiesen, die zur Unterstützung der jeweiligen Managementaufgaben geeignet sind. Unter einem Modell wird hierbei die Beschreibung eines Sachverhaltes mit einem für das jeweilige Modellierungsproblem geeigneten Beschreibungsmittel verstanden. Infolge der Komplexität heutiger Krankenhausinformationssysteme kann ihre Beschreibung, d.h. die Erstellung eines Modells einen erheblichen Aufwand verursachen.

### 3 Referenzmodelle

#### 3.1 Definition

Die Erstellung von Modellen kann dadurch unterstützt werden, daß für eine gewisse Klasse zu modellierender Sachverhalte Modellmuster bereitgestellt werden. Unter Bezugnahme auf diese Muster können durch geeignet erscheinende Modifikationen, Einschränkungen oder Ergänzungen konkrete Modelle abgeleitet werden. Andererseits können vorhandene Modelle durch Vergleich mit einem solchen Muster z.B. im Hinblick auf Vollständigkeit bewertet werden. Ein solches Modellmuster wird auch als Referenzmodell bezeichnet. Ein Referenzmodell bezieht sich stets auf eine Klasse von Sachverhalten (z.B. Referenzmodell für Krankenhausinformationssysteme, Kommunikationssysteme oder Herz-/Kreislaufsysteme von Männern zwischen 30 und 75 Jahren). Wir wollen Referenzmodelle daher wie folgt definieren:

**Definition: Referenzmodell**

Sei eine Klasse  $\underline{S}$  von Sachverhalten gegeben. Ein Modell  $R$  ist *Referenz für eine Klasse  $\underline{S}$*  oder  $R$  ist ein *Referenzmodell für die Klasse  $\underline{S}$* , genau dann wenn  $R$  ein allgemeines Modell ist, das

- als Grundlage für die Konstruktion spezieller Modelle für Sachverhalte der Klasse  $\underline{S}$  oder
- als Vergleichsobjekt für Modelle von Sachverhalten der Klasse  $\underline{S}$

dienen kann. Die Konstruktion der speziellen Modelle erfolgt z.B. durch Konkretisierung bzw. durch die Festlegung diskriminierender Eigenschaften innerhalb des Referenz-

modells R. Gegebenenfalls kann das spezielle Modell wiederum als Referenzmodell dienen.

Einem Referenzmodell sollte ein Vorgehensmodell zugeordnet sein, das beschreibt,

- in welcher Weise spezielle Modelle auf der Grundlage des Referenzmodells konstruiert werden können und/oder
- wie das Referenzmodell als Vergleichsobjekt benutzt werden kann.

Durch Vergleichbarkeit der speziellen Modelle jeweils mit dem Referenzmodell ergibt sich auch die Vergleichbarkeit der Modelle untereinander. Aus dem Vergleich der Modelle kann auf Gleichheit oder Ähnlichkeit bzw. Unterschiedlichkeit der modellierten Sachverhalte geschlossen werden.

Diese Definition läßt sich an folgendem Beispiel, einem Referenzmodell für Krankenhausinformationssysteme deutscher Universitätsklinika, verdeutlichen:

**Beispiel 1: Referenzmodell für Krankenhausinformationssysteme deutscher Universitätsklinika**

Klasse von Sachverhalten $\underline{S}$ : Referenzmodell:	Menge der Krankenhausinformationssysteme der deutschen Universitätsklinika  Modell <ul style="list-style-type: none"> <li>• der informationsverarbeitenden Verfahren und des Informationsaustauschs zwischen den Verfahren sowie</li> <li>• der Geschäftsprozesse, in deren Rahmen die Verfahren eingesetzt werden, wie sie vom Modellierer für Universitätsklinika als üblich angesehen werden.</li> </ul> Hinzu kommen Modelle <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedlicher, abstrakter Architekturvarianten zur Gestaltung der Struktur aus Anwendungssystemen, Rechnersystemen und Netzen.</li> </ul> wie sie dem Modellierer für die Realisierung der Verfahren und Prozesse prinzipiell sinnvoll erscheinen.
Spezielles Modell für Sachverhalte der Klasse $\underline{S}$ :	Modell der informationsverarbeitenden Verfahren und des Informationsaustauschs zwischen den Verfahren sowie der Geschäftsprozesse, in deren Rahmen die Verfahren eingesetzt werden, des Universitätsklinikums A, zusammen mit dem Modell der Struktur der Anwendungs- und Rechnersysteme und Netze, wie sie im Universitätsklinikum A für die Realisierung der Verfahren und Prozesse gewählt wurden.
Konstruktion des Modells durch:	Festlegung der informationsverarbeitenden Verfahren und des Informationsaustauschs zwischen den Verfahren sowie der Geschäftsprozesse aus dem Referenzmodell, die im Universitätsklinikum A relevant sind. Entscheidung für eine Architekturvariante und Konkretisierung der einzusetzenden Anwendungs-, Rechner- und Netzsysteme. Ggf. werden dem zu konstruierenden Modell noch Komponenten hinzugefügt, die in dem Referenzmodell fehlen.
Vergleich:	Existieren spezielle Modelle der Universitätsklinika A und B, die aus demselben Referenzmodell abgeleitet wurden, können durch Bezugnahme auf dieses Referenzmodell die beiden Modelle dadurch verglichen werden, daß in beiden Modellen die Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede gegenüber dem Referenzmodell ermittelt und dann gegenübergestellt werden.

Ein intendierter normativer Charakter eines Referenzmodells erhält durch Akzeptanz und tatsächliche Verwendung im oben beschriebenen Sinne praktische Relevanz (ROSEMANN und SCHÜTTE 1997). Die Akzeptanz kann sich durch praktische Bewährung oder durch die Empfehlung einer anerkannten Institution ergeben.

### 3.2 Verwandte, aber abzugrenzende Begriffe

Der Begriff *Referenzmodell* ist abzugrenzen von Begriffen wie *Standard*, *Norm*, *Architektur*, *Bausteinkatalog* und *Metamodell* (vgl. (WINTER und EBERT 1997)).

*Standards* legen Begriffe und Eigenschaften von Systemen durch allgemeine Akzeptanz fest und liefern so eine allgemeine Richtschnur. Standards (oder de-facto Normen) entstehen in der Regel ohne vorgegebenen Plan, werden aber in ihrem Anwendungsbereich weitgehend akzeptiert. Eine planmäßig durchgeführte Festlegung von Begriffen und Eigenschaften durch autorisierte Normungsinstitute (z.B. DIN, ANSI, ISO) wird als *Norm* (oder de-jure Norm) bezeichnet. Da Referenzmodelle laut vorangegangener Definition der Ableitung von Modellen bzw. als Bezugspunkt für den Vergleich von Modellen dienen, legen auch sie implizit Begriffe und Eigenschaften von Modellen fest. Standards und Normen können daher ebenfalls als Referenzmodelle aufgefaßt werden, die jedoch gegenüber Referenzmodellen einen höheren Verbindlichkeitsgrad besitzen.

Der Begriff *Architektur* wird im Zusammenhang mit der Realisierung eines Systems verwendet. Eine Architektur beschreibt, aus welchen klar abgrenzbaren Bausteinen das System besteht, bzw. wie es sich in diese Bausteine zerlegen läßt. Die Art einer solchen Zerlegung kann z.B. aus einem Referenzmodell für Informations- oder Softwaresysteme abgeleitet werden (vgl. (ENGEL 1996)). Architekturen, die in Bezug auf gewisse Eigenschaften als äquivalent angesehen werden, werden zu einem *Architekturstil* (ABOWD, ALLEN et al. 1995) zusammengefaßt.

Im Kontext von Informationssystemen versteht man unter einem *Bausteinkatalog* eine Sammlung von Beschreibungen konkreter Softwarerealisierungen (WINTER und ZIMMERLING 1995), (PENGER 1998) (Bausteine) evtl. unterschiedlicher Hersteller. Die beschriebenen Bausteine dienen der softwaretechnischen Realisierung von Informationssystemen. Sie sind, um ein ordnungsgemäßes Zusammenspiel aller Bausteine zu gewährleisten, durch (Software-) Produktmodelle beschrieben, die je Bausteinkatalog aus einem gemeinsamen Referenzmodell abgeleitet wurden. Ein Baustein kann in unterschiedlichen Bausteinkatalogen durch ggf. jeweils andere Modelle vertreten sein.

Durch *Metamodelle* werden die Rahmenbedingungen von Modellierungen auf einer schematischen Ebene dargestellt. Sie werden als konzeptionelle Beschreibung der Modellierung verstanden, durch die sowohl die hierzu verwendeten Modellierungskonzepte (abstrakte Syntax), deren Repräsentation (konkrete Syntax) als auch das Modellierungsvorgehen (Aktivitäten) festgelegt wird (vgl. zum Metamodellbegriff auch (BRINKKEMPER 1990), (STRAHRINGER 1996), (RADING 1993)). Die Begriffe 'Referenzmodell' und 'Metamodell' sind daher deutlich unterschieden.

Referenzmodelle sind - genauso wie Modelle - Instanzen zugrundeliegender Metamodelle. Spezielle Modelle sind als durch Konkretisierung von Referenzmodellen entstandene Varianten zu betrachten. Sie sind ihrerseits wieder Instanzen von Metamodellen, die den Metamodellen der zugrunde liegenden Referenzmodelle entsprechen.

### 3.3 Typen von Referenzmodellen im Umfeld von Informationssystemen

In Abhängigkeit von der Klasse der Sachverhalte, für die Referenzmodelle erstellt werden, lassen sich auch die Referenzmodelle typisieren. So können im Umfeld von Informationssystemen z.B. die folgenden Typen von Referenzmodellen unterschieden werden (vgl. u.a. (REITER 1999, SCHEER 1999)):

- Aus *Organisations-Referenzmodellen* (z.B. *Branchen-Referenzmodellen*) (MARENT 1995) lassen sich Modelle der (Produktions-) Abläufe, Daten- und Organisationsstrukturen einer Klasse von Organisationen (z.B. Branche) ableiten. Wenn man die Modelle jeweils als Modell der zugehörigen Organisation auffaßt, ist die Klasse der Sachverhalte im Sinne der obigen Definition eine Menge von Organisationen bzw. Unternehmen einer gewissen Branche.

Spezielle Organisations-Referenzmodelle sind *Informationssystem-Referenzmodelle*, bei denen die Informationsverarbeitung einer Klasse von Organisationen im Vordergrund steht. Wenn in den betrachteten Organisationen Software für die Informationsverarbeitung eingesetzt wird bzw. z.B. als Sollvorgabe im Referenzmodell berücksichtigt ist, können die Informationssystem-Referenzmodelle auch die bei Software-Referenzmodellen (s.u.) genannten unterschiedlichen Sichten integrieren. Hinzu kommen Sichten z.B. auf die Handlungsträger. Es ist denkbar, daß ein solches Referenzmodell bereits Modell eines möglicherweise fiktiven Informationssystems ist, das als idealtypisch angesehen wird. In diesem Fall könnte das Referenzmodell unmittelbar als Bewertungsmaßstab für Informationssysteme der zugehörigen Klasse der Sachverhalte dienen.

- *Software-Referenzmodelle* dienen der Ableitung von Modellen für verschiedene, durch Parametrierung erzeugbare Varianten eines (Standard-) Softwareprodukts. Ein abgeleitetes Modell kann z.B. beschreiben, in welcher Form das Produkt für einen speziellen Einsatzort parametrieren soll, damit es dort eingesetzt werden kann. Solche Modelle integrieren in der Regel mehrere Sichten auf das zu parametrierende Softwareprodukt, wie z.B. Daten-, Funktions- oder Ablaufsichten.

Die entsprechende Klasse der Sachverhalte ist dann eine Menge von durch Parametrierung aus einem Softwareprodukt ableitbaren Varianten.

Aus Software-Referenzmodellen lassen sich daher Modelle von (installierten) Softwareprodukten aber keine Modelle von Informationssystemen im Sinne unserer Definition ableiten.

- *Vorgehens-Referenzmodelle*: Die zugeordnete Klasse  $\underline{S}$  ist eine Klasse von Projekten z.B. für die Einführung von Informationssystemkomponenten. Aus dem Referenzmodell kann zusammen mit weiteren Informationen z.B. ein Projektplan, d.h. ein spezielles Modell eines konkreten Projektes abgeleitet werden.

## 4 Bedarf für Referenzmodelle bei dem Management von Krankenhausinformationssystemen

Erfolgreiches Management von Krankenhausinformationssystemen benötigt je nach Ausprägung von Planungshorizont, Aufgabe und Gegenstandsebene (vgl. Abb. 1) unterschiedliche Modelle. Zur Realisierung dieser Modelle werden möglicherweise unterschiedliche Referenzmodelle benötigt, die im folgenden beispielhaft identifiziert werden.

### 4.1 Strategisches Management

Bei dem strategischen Management steht das Krankenhausinformationssystem als Ganzes oder in wesentlichen Teilen und seine grundsätzliche zukünftige Entwicklung im Vordergrund.

#### 4.1.1 Planung

Die strategische Planung erfolgt in der Regel durch die Erstellung bzw. Fortschreibung eines Rahmenkonzepts. Die Planungen dieses Rahmenkonzepts beziehen sich sowohl auf das Management von Information als auch auf das der Anwendungssysteme bzw. der Informations- und Kommunikationstechnik.

#### *Management von Information*

Auf der Ebene des Managements von Information beschäftigt sich die strategische Planung u.a. mit der Prioritätensetzung z.B. bei der Realisierung von Rechnerunterstützung für informationsverarbeitende Verfahren und der Gestaltung 'großer', umfassender Geschäftsprozesse.

Hier wäre ein Informationssystem-Referenzmodell hilfreich, das Vorschläge für verbesserte Geschäftsprozesse aber auch für die hierzu erforderlichen informationsverarbeitenden Verfahren und den notwendigen Informationsaustausch mit anderen Verfahren des Krankenhausinformationssystems enthält.



Beispielsweise könnte das Referenzmodell sinnvolle Abläufe der rechnerunterstützten Stationskommunikation mit Leistungs- bzw. Terminanforderung und Befundrückmeldung sowie die dazu erforderlichen Teilverfahren und deren Informationsaustausch untereinander und mit anderen Verfahren beschreiben. Für ein Rahmenkonzept könnte aus diesem Referenzmodell beispielsweise ein Planungsmodell abgeleitet werden, in dem die für das jeweilige Krankenhaus erforderliche Form des Informationsaustauschs mit der Patientenverwaltung, der Labordiagnostik und schließlich der klinischen Dokumentation (Patientenakte) sowie ggf. mit anderen Verfahren dargestellt werden könnte.

Das Referenzmodell würde also in diesem Fall Vorschläge für eine geeignete *Architektur der Informationsverarbeitung und des Informationsflusses* zu liefern haben.

### ***Management von Anwendungssystemen und von Informations- und Kommunikationstechnik***

Auf den Ebenen des Managements von Anwendungssystemen und des Managements von Informations- und Kommunikationstechnik beschäftigt sich die strategische Planung mit dem Entwurf einer *Architektur der Werkzeugunterstützung*. Die Architektur der Werkzeugunterstützung ist so zu wählen, daß die geplante Architektur der Informationsverarbeitung und des Informationsflusses auf dieser Basis ermöglicht werden kann. Informationssystem-Referenzmodelle könnten auf dieser Ebene Architekturstile als Planungsgrundlage bereitstellen; sie müßten allerdings auch aufzeigen, in welcher Form diese Stile mit den gewünschten Architekturen der Informationsverarbeitung und des Informationsflusses zusammenpassen und verträglich sind. Entsprechende Informationssystem-Referenzmodelle können auch als Referenzarchitekturen bezeichnet werden.

Referenzarchitekturen für die Werkzeugunterstützung werden in der Literatur z.B. durch die RICHE-Architektur (FRANDJI 1997, FRANDJI, SCHOT et al. 1994), HERMES (VAN MULLIGEN, TIMMERS et al. 1994), IAIMS (SENGUPTA, CLAYTON et al. 1994), kommunikationsserverbasierte Architekturen (GRÄBER 1996, WINTER 1996), HISA-Architektur (FERRARA 1997) (vgl. auch (WINTER, EMSER et al. 1986)) sowie durch Architekturen auf der Basis föderierter Datenbanksysteme (HASSELBRING 1997) oder zentraler Patientendatenbanken (REICHERTZ 1984) repräsentiert. Die Architekturstile können aber auch den nicht-rechnerunterstützten Teil des Informationssystems umfassen und dann z.B. auch Stile für die technische Ausstattung und die Organisation des Formularwesens oder die konventionelle Archivierung von Krankenblattunterlagen in einem arbeitsteiligen System dezentraler und zentraler Archiveinheiten beschreiben.

#### 4.1.2 Steuerung

Steuerung im Rahmen des strategischen Managements bedeutet schrittweises Umsetzen der Planungsvorgaben des Rahmenkonzepts durch die Initiierung von Projekten. Die Durchführung der Projekte erfolgt im Rahmen des taktischen Managements (s.u.).

#### 4.1.3 Überwachung

Im strategischen Management bezieht sich die Überwachung auf das Krankenhausinformationssystem als Ganzes oder in wesentlichen Teilen.

#### ***Management von Information***

Überwachung hat sich auf der Ebene des Managements von Information primär darauf zu beziehen, ob das Krankenhausinformationssystem seine oben beschriebenen Aufgaben erfüllt bzw. überhaupt erfüllen kann. Eine solche Überwachung kann durch eine Analyse des Krankenhausinformationssystems im Hinblick auf die von ihm realisierten Prozesse der Informationsverarbeitung d.h. der Analyse seiner prozessualen Qualität oder aber im Hinblick auf die zur Realisierung der Prozesse vorgesehenen Strukturen der Informationsverarbeitung erfolgen. Diese Analyse kann schließlich zur *Bewertung* des Krankenhausinformationssystems führen. Hierzu ist ein Maßstab erforderlich, den ein *Informationssystem-Referenzmodell* für Krankenhausinformationssysteme liefern kann. Im Vergleich mit dem Referenzmodell könnte beispielsweise ermittelt werden, ob wesentliche informationsverarbeitende Verfahren nicht oder nur auf der Basis veralteter und insuffizient arbeitender Techniken realisiert sind, und ob erforderliche Informationsflüsse z.B. zwischen der Befunderstellung und der klinischen Dokumentation nicht unterstützt werden. Die Analyse erfolgt also als Differenzbildung zwischen dem Modell des realen Krankenhausinformationssystems und dem Referenzmodell und kann dann Informationen für die oben diskutierte strategische Planung liefern.

#### ***Management von Anwendungssystemen und von Informations- und Kommunikationstechnik***

Auf den Ebenen des Managements von Anwendungssystemen und des Managements von Informations- und Kommunikationstechnik ist bei der strategischen Überwachung u.a. die Wirtschaftlichkeit des Werkzeugeinsatzes von Interesse. Die Wirtschaftlichkeit des eigenen, zu überwachenden Krankenhausinformationssystems kann z.B. durch den Vergleich der Aufwendungen mit einem anderen Krankenhausinformationssystem gleicher prozessualer Qualität erfolgen. Bei diesem Vergleich bildet das Referenzmodell den gemeinsamen Bezugspunkt und schafft damit erst die Vergleichbarkeit. Im unangenehmen Fall könnte so beispielsweise ermittelt werden, daß das Informationssystem eines konkur-

rierenden Krankenhauses bei gleichen oder geringeren Kosten eine bessere Integration der Stationskommunikation mit der klinischen Dokumentation, der Warenwirtschaft und dem Controlling ermöglicht als das 'eigene' oder die gleichen Verfahren durch preisgünstigere Werkzeuge realisiert.

## **4.2 Taktisches Management**

Im Vordergrund des taktischen Managements steht in der Regel ein bestimmtes informationsverarbeitendes Verfahren oder ein abgegrenzter Geschäftsprozeß, wie z.B. die Auswahl, Adaptation und Anwendung eines geeigneten Chemotherapieschemas für einen Tumorpatienten in Abhängigkeit von seiner Diagnose.

### **4.2.1 Planung**

#### ***Management von Information***

Auf der Ebene des Managements von Information geht es um die Gestaltung der oben genannten Verfahren bzw. Prozesse. Hierbei muß bei der klinischen Informationsverarbeitung in erheblichem Umfang spezifisches medizinisches Wissen, beispielsweise über die Therapie von Tumorpatienten, eingebracht werden. Bei der administrativen Informationsverarbeitung im Krankenhaus ist betriebswirtschaftliches und Management-Wissen erforderlich. Das Wissen liegt in mehr oder weniger differenzierter Form vor. So findet sich medizinisches Wissen über Therapien z.B. in Lehrbüchern, in Studienprotokollen, als Therapiestandards, 'standard operating procedures' oder ähnlichem. Ein Referenzmodell könnte nun unter Bezugnahme auf das medizinische Wissen und genauer auf eine ausgewählte Therapieform Muster für die Gestaltung der zugehörigen Verfahren bzw. Prozesse bereitstellen. An dieser Stelle wird deutlich, daß Referenzmodelle Speicher des Wissens einer Branche, hier von Krankenhäusern sind.

Für die Realisierung des informationsverarbeitenden Verfahrens wäre aus dem Referenzmodell ein Modell abzuleiten, das beschreibt, wie das Verfahren in dem betroffenen Krankenhausinformationssystem gestaltet werden soll und wie es mit den anderen Verfahren dieses Krankenhausinformationssystems zu integrieren ist. Dieses Modell könnte dann als Spezifikation für ein auszuwählendes Anwendungssoftwareprodukt dienen.

#### ***Management von Anwendungssystemen und von Informations- und Kommunikationstechnik***

Beim Management des rechnergestützten Teils eines Krankenhausinformationssystems entsteht ein erheblicher Aufwand, wenn Anwendungssoftwareprodukte ausgewählt werden sollen. Von einem Referenzmodell wäre hier zu erwarten, daß es eine

systematische, strukturierte und ggf. standardisierte Spezifikation von Anwendungssoftwareprodukten unterstützt.

Diese Spezifikation könnte zum einen durch ein wie zuvor beschriebenes Modell des zu realisierenden Verfahrens erfolgen. Eine erheblich weitergehende Unterstützung des Managements wäre jedoch dann möglich, wenn ein Referenzmodell neben den informationsverarbeitenden Verfahren auf einer Werkzeugebene auch Anwendungssoftware-Bausteine beschreiben würde, die diese Verfahren realisieren könnten. Je nach gewähltem Architekturstil für die Werkzeugunterstützung könnten sowohl Funktionsumfang, Granularität als auch die Art der Interoperation der Bausteine verschieden sein.

Baut man sein 'eigenes' Krankenhausinformationssystem auf der Basis eines Modells auf, das aus einem solchen Referenzmodell abgeleitet wurde, so könnte das zur Realisierung eines Verfahrens erforderliche Anwendungssoftwareprodukt durch Verweis auf die entsprechende Bausteinbeschreibung im Referenzmodell exakt spezifiziert werden. Hersteller von Anwendungssoftware könnten ihre Produkte ebenfalls durch Verweis auf solche Bausteinbeschreibung in einem (hoffentlich) gemeinsam genutzten Referenzmodell beschreiben. Durch so entstehende Bausteinkataloge (WINTER und ZIMMERLING 1995) könnten erhebliche Qualitäts- und Kostenvorteile für Krankenhausinformationssysteme erreicht werden.

Die Kostenvorteile ergeben sich dabei nicht nur durch geringeren Aufwand bei der Spezifikation bzw. Ausschreibung von Anwendungssoftware und geringeren Aufwand bei der Analyse von Spezifikationen bzw. Ausschreibungen durch die Softwarehersteller sondern auch durch eine erheblich verbesserte Markttransparenz aufgrund besserer Vergleichbarkeit von Produkten. Solche Kostenvorteile lassen sich aber bereits dann erzielen, wenn Pflichtenhefte aus Referenz-Pflichtenheften abgeleitet werden können. Voraussetzung ist, daß die Referenz-Pflichtenhefte sowohl unter den Anwendern als auch unter den Anbietern der Produkte Akzeptanz finden. Referenz-Pflichtenhefte sind spezielle Software-Referenzmodelle. Die ableitbaren Pflichtenhefte können als Software-Modelle aufgefasst werden, dem auszuwählende Produkte entsprechen sollen.

Bei der Einführung eines ausgewählten Anwendungssoftwareprodukts ('Customizing') haben dagegen Software-Referenzmodelle eine große Bedeutung (SCHEER 1999). Gesteuert durch entsprechende Vorgehensmodelle kann aus dem Referenzmodell des Produkts ein Modell einer Konfigurationsvariante des Produkts abgeleitet werden, das beschreibt, wie es tatsächlich eingesetzt werden soll. Dieses Modell liefert dann die Vorgaben für die erforderliche Parametrierung des Produkts.

#### 4.2.2 Steuerung

Im Rahmen des taktischen Managements erfolgt der steuernde Eingriff in das jeweilige Krankenhausinformationssystem durch die Durchführung der geplanten Projekte. Diese Projekte umfassen in der Regel gleichermaßen die Gegenstandsebenen der Information, der Anwendungssysteme und der Informations- und Kommunikationstechnik. Hilfreich für eine systematische Vorgehensweise ist hierbei eine adäquate Methode der Durchführung von Projekten des taktischen Managements von Krankenhausinformationssystemen. Wie in (MAICHER 1999) läßt sich eine solche Methode als ein Vorgehens-Referenzmodell auffassen.

#### 4.2.3 Überwachung

Überwachung bedeutet im Rahmen des taktischen Managements von Krankenhausinformationssystemen die laufende Überprüfung des fehlerfreien Betriebs sowie die Bewertung einzelner informationsverarbeitender Verfahren nach ihrer Einführung. Dies umfaßt wiederum alle Gegenstandsebenen. Unterstützen könnte hierbei das Informationssystem-Referenzmodell, das bei der Planung Grundlage der Konstruktion des Verfahrens und seiner Werkzeugunterstützung gewesen ist, wenn es für jedes Verfahren und ggf. auch für die einzusetzenden Werkzeuge Qualitätsmaße bereitstellen könnte, mit denen eine Bewertung erfolgen kann.

### 4.3 Typen von Referenzmodellen für das Management von Krankenhausinformationssystemen

Zusammenfassend bedeutet dies, daß alle o.g. Typen von Referenzmodellen (vgl. auch Tabelle 1) für die unterschiedlichen Aufgaben des Managements von Krankenhausinformationssystemen einsetzbar sind:

- Informationssystem-Referenzmodelle können bei der Planung und Überwachung von Krankenhausinformationssystemen eingesetzt werden. Sie dienen bei der Planung zur Unterstützung der Konstruktion und bei der Überwachung als Vergleichsobjekt zur Bewertung eines Krankenhausinformationssystems. Beides gilt sowohl beim strategischen als auch beim taktischen Management. Diese breite Verwendbarkeit legt es nahe, bei Informationssystem-Referenzmodellen, die in der dargestellten Weise beim Management von Krankenhausinformationssystemen einsetzbar sind, von *Krankenhausinformationssystem-Referenzmodellen* zu sprechen.
- Vorgehens-Referenzmodelle können naturgemäß beim taktischen Management zum Einsatz kommen. Sie ermöglichen eine systematische Projektabwicklung.

- Software-Referenzmodelle sind ausschließlich beim taktischen Management relevant und unterstützen dort die Planung von Anwendungssystemen im Wesentlichen bei der Vorbereitung des Parametrierens oder des Customizing von Anwendungssoftwareprodukten.
- Referenz-Pflichtenhefte unterstützen ebenfalls beim taktischen Management die Erstellung von Anforderungen an Anwendungssoftwareprodukte z.B. in Form von Pflichtenheften oder Anforderungskatalogen.

<b>1. Strategisches Management</b>			
<b>Gegenstandsebene</b>	<b>1.1 Planung</b>	<b>1.2 Steuerung</b>	<b>1.3 Überwachung</b>
<b>Information</b>	1.1.1 Festlegung der Architektur der Informationsverarbeitung und des Informationsflusses (Rahmenkonzept) <b>RM-Nutzung:</b> K <b>RM-Typ:</b> IS	1.2.1 siehe taktisches Management	1.3.1 Bewertung und Kontrolle der Informationsverarbeitung und des Informationsflusses durch Soll-Ist-Vergleiche (RM als Maßstab) <b>RM-Nutzung:</b> V <b>RM-Typ:</b> IS
<b>Anwendungssysteme, Informations- und Kommunikationstechnik</b>	1.1.2 Festlegung der Architektur der Werkzeugunterstützung (Architekturstil, Rahmenkonzept) <b>RM-Nutzung:</b> K <b>RM-Typ:</b> IS	1.2.2 siehe taktisches Management	1.3.2 Bewertung und Kontrolle der Werkzeugunterstützung durch Soll-Ist-Vergleiche (RM als Maßstab) <b>RM-Nutzung:</b> V <b>RM-Typ:</b> IS
<b>2. Taktisches Management</b>			
<b>Gegenstandsebene</b>	<b>2.1 Planung</b>	<b>2.2 Steuerung</b>	<b>2.3 Überwachung</b>
<b>Information</b>	2.1.1 Gestaltung der Verfahren und Prozesse <b>RM-Nutzung:</b> K <b>RM-Typ:</b> IS	2.2 Durchführung der Projekte zur Realisierung von Verfahren und Prozessen sowie zur Einführung von Werkzeugen	2.3 Bewertung, Kontrolle durch Soll-Ist-Vergleiche (RM als Maßstab) <b>RM-Nutzung:</b> V <b>RM-Typ:</b> IS
<b>Anwendungssysteme, Informations- und Kommunikationstechnik</b>	2.1.2 Auswahl von Anwendungssoftware (Pflichtenheft), Customizing <b>RM-Nutzung:</b> K <b>RM-Typ:</b> SW, IS, RP	<b>RM-Nutzung:</b> K <b>RM-Typ:</b> VOR	
Legende: RM-Nutzung: Nutzung von Referenzmodellen; K=Konstruktion spezieller Modelle; V=Vergleich von Modellen; RM-Typ: Typ des genutzten Referenzmodells; VOR=Vorgehens-Referenzmodell, ORG=Organisations-Referenzmodell, SW=Software-Referenzmodell, IS=Informationssystem-Referenzmodell, RP =Referenz-Pflichtenhefte			

Tabelle 1: Nutzung von Referenzmodellen bei dem Management von Krankenhausinformationssystemen

## 5 Beispiele verfügbarer Referenzmodelle für das Management von Krankenhausinformationssystemen

### 5.1 Krankenhausinformationssystem-Referenzmodelle

Die Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) hat einen Funktionenkatalog erstellt (HAUX und MICHAELIS 1997), der die wesentlichen Funktionen von Krankenhausinformationssystemen aufführt und damit als Krankenhausinformationssystem-Referenzmodell für Kategorie 1.1.1 (vgl. Tabelle 1) des strategischen Managements von Krankenhausinformationssystemen gelten kann; Tabelle 2 zeigt die Gliederung dieses Kataloges.

Wie bereits oben erwähnt können Informationssystem-Referenzmodelle auch Architekturstile für die Werkzeugunterstützung beschreiben. Beispiele für solche, dann aber im Sinne von Referenzmodellen eher vage gehaltene Modelle bzw. beschriebene Stile finden sich in den angegebenen Arbeiten ((FERRARA 1997, FRANDJI 1997, FRANDJI, SCHOT et al. 1994, GRÄBER 1996, HASSELBRING 1997, REICHERTZ 1984, SENGUPTA, CLAYTON et al. 1994, VAN MULLIGEN, TIMMERS et al. 1994, WINTER 1996, WINTER, EMSER et al. 1986)).

Kommerziell werden Krankenhausinformationssystem-Referenzmodelle im Gegensatz zu Informationssystem-Referenzmodellen anderer Branchen ((SCHEER 1998), (BECKER 1999)) z.Zt. noch nicht ange-

Funktionen für ...

F	<i>Forschung</i> (allgemein, außer in 3) allgemein zur Infrastruktur (WAP-Pools)
L	<i>Lehre</i> (allgemein, außer in 3) Rechnerpools für die Lehre (CIP-Pools, CBT)
PV	<i>Patientenversorgung</i> (incl. klinische Forschung und Unterstützung der Lehre) <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>allgemein</i> zur Patientenversorgung Patientendatenaufnahme und -verwaltung Krankenaktenverwaltung, el. Krankenaktenarchiv Klinische Basisdokumentation</li> <li>• <i>stationärer Bereich</i> Stationsmanagement, Intensivdok., -überwachung</li> <li>• <i>ambulanter Bereich</i> Ambulanzmanagement</li> <li>• <i>diagnostische Funktionsbereiche</i> Klinische Chemie, Radiologie (PACS), Immunologie, Mikrobiologie, Virologie, Pathologie</li> <li>• <i>therapeutische Funktionsbereiche</i> Anästhesie, OP, Strahlentherapie</li> <li>• <i>weitere Funktionsbereiche</i> Apotheke, Blutbank</li> <li>• <i>sonstige</i> für die Patientenversorgung Dienstplanung, Telemedizin</li> </ul>
U	<i>Unterstützung von F, L, PV</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Verwaltung</i> Abrechnung, Leistungsdokumentation, Finanzbuchhaltung, Anlagenbuchhaltung, Instandhaltung, Kosten- und Leistungsrechnung, Controlling, Materialwirtschaft, Personalwirtschaft</li> <li>• <i>Kommunikation</i> Bürokommun., Kommun.-, Netzwerkmanagement</li> <li>• <i>sonstige</i> Zugriff auf Wissen (z.B. MEDLINE, Standards)</li> </ul>

Tabelle 2: DFG-Funktionenkatalog für Krankenhausinformationssysteme (aus (HAUX und MICHAELIS 1997), verkürzt)

boten (vgl. (REITER 1999) S.49).

Krankenhausinformationssystem-Referenzmodelle werden von Beratungsunternehmen jedoch kundenspezifisch erstellt. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn ein Träger mehrerer Krankenhäuser die Geschäftsprozesse und Informationsflüsse, und damit auch die Krankenhausinformationssysteme einschließlich ihres rechnergestützten Teils, auf eine einheitliche Grundlage stellen möchte (z.B. (IMHOFF, JOSTES et al. 1996)). Nach der Ist-Analyse in den einzelnen Häusern ist auf der Basis der erhobenen Forderungen ein hausübergreifendes, abstraktes Modell des geplanten Soll-Zustandes zu erarbeiten, das als gemeinsame Grundlage für die Planung in den einzelnen Häusern dienen soll und aus deren Sicht ein (Träger-individuelles) Referenzmodell ist. Auch dieses ist später in der Anwendung durch eines oder mehrere spezielle Modelle zu konkretisieren.

## 5.2 Software-Referenzmodelle

Hersteller von Anwendungssoftware stellen zur Unterstützung der Anpassung bzw. Parametrierung der Software an die Nutzerbedürfnisse bei der Einführung Dokumentationen ihrer Software zur Verfügung. Diese Dokumentationen beschreiben mehr oder weniger detailliert die Funktionen, das zugrundeliegende Datenbankschema, die einstellbaren Parameter und die Vorgehensweise bei der Festlegung der Parameter. Die Dokumentation stellt damit ein Modell der angebotenen Software dar, das im Sinne der Definition 1 als kombiniertes Software- oder Vorgehens-Referenzmodell für die Kategorie 2.1.2 des Managements genutzt werden kann.

Referenzmodelle, die über die klassische Dokumentation hinausgehen und durch angekoppelte Vorgehensmodelle und Werkzeuge bei der Konstruktion installationsspezifischer Modelle effektiv unterstützen, finden sich z.Zt. für das Management von Krankenhausinformationssystemen nur bei Softwareprodukten für die administrative Informationsverarbeitung. Beispiele hierfür sind Software-Referenzmodelle für Produkte der Firmen SAP, BAAN und ORACLE (SCHERUHN 1999).

Problematisch ist in diesem Zusammenhang, daß zuweilen der falsche Eindruck erweckt wird, es handle sich bei diesen Modellen um Informationssystem- bzw. Krankenhausinformationssystem-Referenzmodelle (z.B. (BIHR und SEELOS 1997)).

## 5.3 Referenz-Pflichtenhefte

Referenz-Pflichtenhefte existieren z.B. in Form von Checklisten. Solche Checklisten beschreiben Funktionen von (Sub-) Informationssystemen, die von Anwendungssoftwareprodukten unterstützt werden sollen. Sie werden bei der Marktanalyse oder der Konstruktion



von Pflichtenheften - die wiederum als Modelle von Informationssystemen aufgefaßt werden können - verwendet. Beispiele sind die Checklisten für Anwendungssoftware zur Unterstützung der Operationsdokumentation (STAUSBERG, HERRMANN et al. 1998) und zur Unterstützung der Arbeiten an anderen Klinischen Arbeitsplätzen (BESS und HERRMANN 1998).

#### 5.4 Vorgehens-Referenzmodelle

Wie in (MAICHER 1999) kann man Vorgehens-Referenzmodelle auch als Methoden auffassen. Von besonderem Interesse im Rahmen des Managements von Krankenhausinformationssystemen sind Methoden für die Durchführung von Projekten. Solche Projekte können im Rahmen des taktischen und des strategischen Managements stattfinden.

Eine Methodik für die Durchführung von Projekten des taktischen Managements und damit ein Vorgehens-Referenzmodell für solche Projekte findet sich z.B. in (HAUX, LAGEMANN et al. 1998). In (MAICHER 1999) werden Vorgehens-Referenzmodelle vorgestellt, die von einer Unternehmensberatungsfirma für Projekte entwickelt wurden, die sich auch auf das strategische Management von Informationssystemen beziehen. Allerdings sind keine Erfahrungsberichte über ihre Anwendung im Bereich der Krankenhausinformationssysteme zugänglich.

### 6 Beantwortung der Fragen

Die eingangs gestellten Fragen zu Referenzmodellen für das Management von Krankenhausinformationssystemen können zusammenfassend wie folgt beantwortet werden:

- *Was sind Referenzmodelle und welche Typen von Referenzmodellen gibt es im Zusammenhang mit dem Management von Krankenhausinformationssystemen?*

Ein *Referenzmodell* für eine Klasse von Sachverhalten ist ein allgemeines Modell, das als Grundlage für die Konstruktion spezieller Modelle für diese Sachverhalte oder als Vergleichsobjekt für Modelle solcher Sachverhalte dienen kann.

Im Zusammenhang mit dem Management von Krankenhausinformationssystemen sind folgende Referenzmodelle relevant:

- *Organisations-Referenzmodelle* (z.B. *Branchen-Referenzmodelle*): Die Klasse der Sachverhalte ist eine Menge von Organisationen bzw. Unternehmen einer gewissen Branche. Bei der Branche der Krankenhäuser sind dies *Krankenhaus-Referenzmodelle*.

- *Software-Referenzmodelle*: Die Klasse der Sachverhalte ist eine Menge von durch Parametrierung aus einem Softwareprodukt ableitbaren Varianten.
- *Informationssystem-Referenzmodelle* sind Organisations-Referenzmodelle, bei denen die Informationsverarbeitung einer Klasse von Organisationen im Vordergrund steht. Für die Branche der Krankenhäuser sind dies *Krankenhausinformationssystem-Referenzmodelle*.
- *Vorgehens-Referenzmodelle*: Die Klasse der Sachverhalte enthält Projekte z.B. für die Einführung von Informationssystemkomponenten.
- *Referenz-Pflichtenhefte*: Die Klasse der Sachverhalte sind Anforderungskataloge oder Pflichtenhefte.
- *Bei welchen Aufgaben des Managements von Krankenhausinformationssystemen können welche Typen von Referenzmodellen hilfreich sein?*
  - Informationssystem-Referenzmodelle bzw. Krankenhausinformationssystem-Referenzmodelle können bei der Planung und Überwachung von Krankenhausinformationssystemen sowohl beim strategischen als auch beim taktischen Management eingesetzt werden. Sie haben eine überragende Bedeutung für das Management von Krankenhausinformationssystemen.
  - Vorgehens-Referenzmodelle, Software-Referenzmodelle und Referenz-Pflichtenhefte unterstützen beim taktischen Management.

## 7 Danksagung

Die Arbeit ist im Rahmen einer breiten Diskussion in der Arbeitsgruppe „Methoden und Werkzeuge für das Management von Krankenhausinformationssystemen“ entstanden. Für wertvolle Anregungen, Hinweise und kritische Diskussion möchten wir uns besonders bei Elske Ammenwerth (Heidelberg), Dr. Anke Buchauer (Heidelberg), Prof. Dr. Peter Haas (Dortmund) und Jörg Wünnemann (Aachen) bedanken.

## 8 Literatur

ABOWD G, ALLEN R, GARLAN D (1995). Formalizing Style to Understand Descriptions of Software Architecture. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology* **4**(4), 319-364.

- BECKER J (1999). Branchen-Referenzmodelle, dargestellt am Beispiel des Handels-Referenzmodells. In Becker J, Rosemann M, Schütte R (Hrsg.) (1999). Referenzmodellierung. Heidelberg: Physica. S. 150-165.
- BECKER J, ROSEMAN M, SCHÜTTE R (Hrsg.) (1999). Referenzmodellierung. Heidelberg: Physica.
- BESS A, HERRMANN G (1998). Klinische Arbeitsplatzsysteme: Marktlage, Produktübersicht, Ausschreibungsverfahren Baden-Württemberg und Leipzig. In Herrmann G, Haas P, Kuhn K, Prokosch U, Schmücker P, Köhler CO (Hrsg.) (1998). Praxis der Informationsverarbeitung im Krankenhaus. Landsberg: ecomed. S. 67-78.
- BIHR H, SEELOS H-J (1997). Entwicklung eines Referenzdatenmodells für Krankenhäuser. *Wirtschaftsinformatik* **39**(4), 367-371.
- BRINKKEMPER S (1990). Formalisation of Information Systems Modelling. Amsterdam: Thesis Publishers.
- ENGEL A (1996). Verwaltungsreorganisation mit Referenzmodellen. Ein Beitrag zur Konzeption einer Vorgangunterstützungsumgebung für die Öffentliche Verwaltung. In SCHEER A-W (Hrsg.) (1996). Rechnungswesen und EDV 96. Kundenorientierung in Industrie, Dienstleistung und Verwaltung. 17. Saarbrücker Arbeitstagung. Heidelberg: Physica. S. 457-483.
- FERRARA FM (1997). Healthcare Information Systems Architecture. In DUDECK J, BLOBEL B, LORDIECK W, BÜRKLE T (Hrsg.) (1997). New Technologies in Hospital Information Systems. Amsterdam: IOS Press. S. 1-10.
- FRANDJI B (1997). Open Architecture für Health Care Systems: The European RICHE Experience. In DUDECK J, BLOBEL B, LORDIECK W, BÜRKLE T (Hrsg.) (1997). New Technologies in Hospital Information Systems. Amsterdam: IOS Press. S. 11-23.
- FRANDJI B, SCHOT J, JOUBERT M, SOADY I, KILSDONK A (1994). The RICHE Reference Architecture. *Medical Informatics* **19**(1), 1-11.
- GRÄBER S (1996). Communication Services for a Distributed Hospital Information System. *Methods of Information in Medicine* **35**(3), 230-341.
- HASSELBRING W (1997). Federated integration of replicated information within hospitals. *International Journal on Digital Libraries* **1**(3), 192-208.
- HAUX R, LAGEMANN A, KNAUP P, SCHMÜCKER P, WINTER A (1998). Management von Informationssystemen: Analyse, Bewertung, Auswahl, Bereitstellung und Einführung von Informationssystemkomponenten am Beispiel von Krankenhausinformationssystemen. Stuttgart: Teubner.

- HAUX R, MICHAELIS J (1997). Investitionsschema zur Informationsverarbeitung in Krankenhäusern. *das Krankenhaus* **97**(7), 425-426.
- IMHOFF B, JOSTES C, MIES G (1996). Datenmodell Bundeswehrkrankenhaus - Studienergebnis. Amt für Studien und Übungen der Bundeswehr. interner Bericht.
- MAICHER M (1999). Informationsmodellierung im Management Consulting. In Becker J, Rosemann M, Schütte R (Hrsg.) (1999). *Referenzmodellierung*. Heidelberg: Physica. S. 166-186.
- MARENT C (1995). Branchenspezifische Referenzmodelle für betriebswirtschaftliche IV-Anwendungsbereiche. *Wirtschaftsinformatik* **37**(3), 303-313.
- PENGER O-S (1998). Zur Entwicklung und Anwendung einer werkzeuggestützten Methode für die Gestaltung von Prozessen und vorgangsorientierten Informationssystemen im Krankenhaus. Universität Hildesheim. Dissertation.
- RADING M (1993). Ein Ansatz zur explorativen Modellierung rechnergestützter Medizinischer Informationssysteme. Universität Hildesheim. Dissertation.
- REICHERTZ PL (1984). Hospital Information Systems - Past, Present, Future. Keynote address, Medical Informatics Europe '84, Brüssel, 10.-13. Sept. 1984 (Manuskript).
- REITER C (1999). Toolbasierte Referenzmodellierung: State-of-the-Art und Entwicklungstrends. In BECKER J, ROSEMAN M, SCHÜTTE R (Hrsg.) (1999). *Referenzmodellierung*. Heidelberg: Physica. S. 45-68.
- ROSEMAN M, SCHÜTTE R (1997). Grundsätze ordnungsmässiger Referenzmodellierung. In BECKER J, ROSEMAN M, SCHÜTTE R (Hrsg.) (1997). *Entwicklungsstand und Entwicklungsperspektiven der Referenzmodellierung*. Münster: Institut für Wirtschaftsinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.
- SCHEER A-W (1998). *Business Process Engineering, Reference Models for Industrial Enterprises*. Berlin: Springer.
- SCHEER A-W (1999). "ARIS-House of Business Engineering": Konzept zur Beschreibung und Ausführung von Referenzmodellen. In BECKER J, ROSEMAN M, SCHÜTTE R (Hrsg.) (1999). *Referenzmodellierung*. Heidelberg: Physica. S. 2-21.
- SCHERUHN H-J (1999). Integration von Referenzmodellen bei der Einführung betrieblicher Anwendungssysteme. In Becker J, Rosemann M, Schütte R (Hrsg.) (1999). *Referenzmodellierung*. Heidelberg: Physica. S. 129-148.

- SENGUPTA S, CLAYTON PD, MOLHOLT P, SIDELI RV, CIMINO JJ, HRIPCSAK G, JOHNSON SB, ALLEN B, MCCORMACK M, HILL C (1994). IAIMS and sharing. *International Journal of Bio-Medical Computing* **34**(1-4), 339-348.
- STAUSBERG J, HERRMANN G, THURMAIR R (1998). OP-Dokumentations- und Planungssysteme: Anforderungen, Marktlage, Systemauswahl. In HERRMANN G, HAAS P, KUHN K, PROKOSCH U, SCHMÜCKER P, KÖHLER CO (Hrsg.) (1998). *Praxis der Informationsverarbeitung im Krankenhaus*. Landsberg: ecomed. S. 1-10.
- STRAHRINGER S (1996). Metamodellierung als Instrument des Methodenvergleichs, Eine Evaluierung am Beispiel objektorientierter Analysemethoden. Aachen: Shaker.
- VAN MULLIGEN EM, TIMMERS T, BRAND J, CORNET R, VAN DEN HEUVEL F, KALSHOVEN M, VAN BEMMEL JH (1994). HERMES: a health care workstation integration architecture. *International Journal of Bio-Medical Computing* **34**(1-4), 267-275.
- WINTER A (Hrsg.) (1996). *Rahmenkonzept für die Weiterentwicklung des Klinikuminformationssystems des Universitätsklinikums Leipzig*. Leipzig: Universitätsklinikum der Universität Leipzig.
- WINTER A, EBERT J (1997). Referenzmodelle für Krankenhaus-Informationssysteme und deren Anwendung. In ZWIERLEIN E (Hrsg.) (1997). *Klinikmanagement, Erfolgsstrategien für die Zukunft*. München: Urban & Schwarzenberg. S. 548-562.
- WINTER A, EMSER K, HAUX R, RAAB F, REPGES R, SCHLEISIEK K-P, STOLL U, VALDER C (1986). Entwurf und Implementierung einer Zentralen Auskunftskomponente eines Krankenhausinformationssystems. In EHLERS C, BELAND H (Hrsg.) (1986). *Perspektiven der Informationsverarbeitung in der Medizin - Kritische Synopse der Nutzung der Informatik in der Medizin*. Berlin: Springer. S. 299-302.
- WINTER A, ZIMMERLING R (1995). Die Bedeutung von Referenzmodellen für das Management von Krankenhausinformationssystemen. In HUBER-WÄSCHLE F, SCHAUER H, WIDMAYER P (Hrsg.) (1995). *Herausforderungen eines globalen Informationsverbundes für die Informatik*. Berlin: Springer. S. 703-710.
- WINTER AF, ZIMMERLING R, BOTT OJ, GRÄBER S, HAAS P, HASSELBRING W, HAUX R, HEINRICH A, JAEGER R, KOCK I, MÖLLER DPF, PENDER 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), 93-105.