

Handbuch der Medizinischen Informatik

Herausgegeben von

Thomas M. Lehmann

Erdmuthe Meyer zu Bexten

Redaktion

Thomas M. Lehmann

Drucktechnische Gestaltung

Martin Eul

HANSER

Inhaltsübersicht

1	Medizinische Informatik <i>C. O. Köhler, E. Meyer zu Bexten, T. M. Lehmann</i>	1
2	Institutionen des Gesundheitswesens und deren Verflechtung <i>S. Stock, D. M. David, K. W. Lauterbach, B. Rosenthal, R. D. Schäfer</i>	23
3	Medizinische Dokumentation, Terminologie und Linguistik <i>A. Zaiß, B. Graubner, J. Ingenerf, F. Leiner, U. Lochmann, M. Schopen, U. Schrader, S. Schulz</i>	45
4	Entscheidungsunterstützung und Wissensbasen in der Medizin <i>C. Spreckelsen, K. Spitzer</i>	103
5	Modellierung biologischer Prozesse <i>M. Gumbel, R. Grebe, M. Knapp-Mohammady, G. M. Ullmann, J. Langowski</i>	169
6	Medizinische Statistik <i>S. Coburger, M. Hellmich, R. D. Hilgers, W. Lehmacher, T. Reineke, G. Wassmer</i> . . .	225
7	Medizinische Signalverarbeitung <i>M. Reuter</i>	277
8	Medizinische Bildverarbeitung <i>T. M. Lehmann, J. Hiltner, H. Handels</i>	339
9	Computerunterstützte Chirurgie <i>P. Hassenpflug, H. P. Meinzer, G. von Voigt, T. Tolxdorff, K. H. Englmeier</i>	415
10	Krankenhausinformationssysteme <i>A. Winter, E. Ammenwerth, B. Brigl, R. Haux</i>	473
11	Integration des Patienten in medizinische Informationskreisläufe <i>C. O. Köhler</i>	553
12	Telematik im Gesundheitswesen <i>A. Horsch, H. Handels</i>	567
13	Medizinische Lehr- und Lernsysteme <i>R. Oppermann, D. C. Novak</i>	607
14	Medizinisches Qualitätsmanagement <i>J. Sigle, H.-J. Wilhelm</i>	651
15	Rechtliche Aspekte der Medizinischen Informatik <i>R. D. Böckmann</i>	685
16	Anhang zur Medizinischen Informatik <i>T. M. Lehmann, C. Spreckelsen, E. Meyer zu Bexten</i>	699

10 Krankenhausinformationssysteme

Alfred Winter, Elske Ammenwerth, Birgit Brigl und Reinhold Haux

10.1	Grundlegende Begriffe und Definitionen	476
10.1.1	Krankenhausinformationssystem	476
	Krankenhaus – Informationen im Krankenhaus – Werkzeuge der Informationsverarbeitung – Orte der Informationsverarbeitung – Personengruppen der Informationsverarbeitung – Informationstransport – Informationsspeicherung	
10.1.2	Nutzer von Krankenhausinformationssystemen	478
	Patienten und Angehörige – Medizinisches Personal – Administratives Personal	
10.1.3	Güte von Krankenhausinformationssystemen	479
	Struktur – Management	
10.1.4	Erstellung von Krankenhausinformationssystemen	481
10.1.5	Zusammenfassung	481
10.2	Modellierung von Krankenhausinformationssystemen	481
10.2.1	Unified Modelling Language	482
	Klasse – Assoziation – Generalisierung – Zusicherung – Multiplizität – Rolle	
10.2.2	Fachliche Ebene	483
	Aufgabe – Objekttyp – UML-Klassendiagramm	
10.2.3	Logische Werkzeugebene	484
	Anwendungsbaustein – Adaptierung – Schnittstelle – UML-Klassendiagramm	
10.2.4	Physische Werkzeugebene	485
	Datenverarbeitungsbaustein – UML-Klassendiagramm	
10.2.5	Inter-Ebenenbeziehungen	487
	Anwendungsbausteinkonfiguration – Softwareprodukt – Objekttyp – Nachrichtentyp – Datenverarbeitungskonfiguration	
10.2.6	Teilbereiche von Informationssystemen	488
	Subinformationssystem – Informationssystemkomponente – Informations- und Kommunikationssystem	
10.3	Referenzmodelle für Krankenhausinformationssysteme	489
10.3.1	Definitionen	489
	Modell – Referenzmodell – Spezielles Modell – Meta-Modell – Standard – Norm – Architektur	
10.3.2	Typen von Referenzmodellen	491
	Organisations-Referenzmodell – Informationssystem-Referenzmodell – Software-Referenzmodell – Vorgehens-Referenzmodell	
10.3.3	Referenzmodelle für das KIS-Management	492
	KIS-Referenzmodell – Software-Referenzmodell – Referenz-Pflichtenheft – Vorgehens-Referenzmodell	
10.4	Aufgaben eines Krankenhauses	494
10.4.1	Primäre Aufgaben	494

	Patientenaufnahme – Behandlungsplanung – Leistungskommunikation – Durchführung von Maßnahmen – Klinische Dokumentation – Entlassung und Weiterleitung des Patienten	
10.4.2	Unterstützende Aufgaben	497
	Leistungsdokumentation – Führen der Patientenakte – Arbeitsorganisation und Ressourcenplanung – Krankenhausadministration – Kooperation in der Gesundheitsversorgungsregion	
10.5	Architektur der logischen Werkzeugebene	500
10.5.1	Rechnerunterstützte Anwendungsbausteine	501
	Stationärer Bereich – Ambulanter Bereich – Diagnostischer Funktionsbereich: Radiologie – Diagnostischer Funktionsbereich: Labor – Therapeutischer Funktionsbereich: Intensivmedizin – Therapeutischer Funktionsbereich: Operationssaal – Krankenhausverwaltung: Patientenverwaltung – Krankenhausverwaltung: Administration – Bausteinintegration	
10.5.2	Architekturstile	509
	DB ^I -Architekturstil – DB ^{II} -Architekturstil	
10.5.3	Integrität	512
	Formale Integrität – Objektidentität – Referenzielle Integrität – Transaktionsmanagement – 2-Phasen-Commit-Protokoll – Master-Anwendungsbaustein – Transaktionszwang – Remote Procedure Call – Inhaltliche Integrität – Medical Data Dictionary	
10.5.4	Integration	517
	Datenintegration – Funktionsintegration – Präsentationsintegration – Kontextintegration	
10.5.5	Methoden und Werkzeuge zur Integration verteilter Systeme	518
	Föderiertes Datenbanksystem – Middleware – Allgemeine Kommunikation – Verteilte Objektsysteme – HTML	
10.5.6	Datenintegration im DB ^{II} -KIS	521
	Kommunikationsserver – Kommunikationsstandard – Health Level 7 – Tag/Value-Konzept	
10.5.7	Funktions- und Präsentationsintegration im DB ^I -KIS	528
	HISA-Dienste – HISA-Norm	
10.5.8	Funktions- und Präsentationsintegration im DB ^{II} -KIS	529
	CORBAmed-Dienst – Dienstorientierte KIS-Struktur	
10.5.9	Kontextintegration im KIS	530
	CCOW Patient Link	
10.5.10	Integration in die Gesundheitsversorgungsregion	531
	Verschlüsselung – Patientenidentifikation – HTTP	
10.6	Architektur der physischen Werkzeugebene	532
10.6.1	Client/Server-Architekturstile	532
	Zentralrechner – Zweistufiger Stil – Dreistufiger Stil – Dezentraler Stil – Thin Client	
10.6.2	Verfügbarkeit	535
	Zentrale Redundanz – Dezentrale Redundanz – Restrisiko	
10.6.3	Sicherheit	536
10.7	Management von Krankenhausinformationssystemen	537
10.7.1	Begriffsbestimmung	537

	Management – Informationsmanagement – Qualitätsmanagement – KIS-Management	
10.7.2	Strategisches KIS-Management	539
	Planung – Steuerung – Überwachung	
10.7.3	Taktisches KIS-Management	542
	Phasenmodell – Steuerung – Überwachung	
10.7.4	Operatives KIS-Management	545
	Planung – Steuerung – Überwachung	
10.8	Referenzmodelle für das KIS-Management	545
10.8.1	Strategisches KIS-Management	546
	Planung – Steuerung – Überwachung	
10.8.2	Taktisches KIS-Management	547
	Planung – Steuerung – Überwachung	
10.8.3	Zusammenfassung	548
10.9	Personen und Einrichtungen für das KIS-Management	550

Viele medizinische Informatiker sind derzeit in Krankenhäusern beschäftigt. Der auf nationaler und internationaler Ebene zu spürende Druck, angesichts der immer weiter steigenden Kosten im Gesundheitswesen die Patientenversorgung effizienter zu gestalten, ist hierfür ein wesentlicher Grund. So wie in anderen Branchen auch, hat man in den Krankenhäusern erkannt, dass die Verarbeitung, Übermittlung und Speicherung von Informationen einerseits sehr hohe Kosten verursacht, andererseits aber ein großes Potential zur Optimierung von Abläufen birgt, d. h. bei der Patientenversorgung und ggf. auch bei Forschung und Lehre im Krankenhaus. Es werden medizinische Informatikerinnen und Informatiker benötigt, die die Krankenhäuser bei der Gestaltung einer effizienten Informationsverarbeitung unterstützen. Ihr Auftrag ist es, sich um die „Einführung“ oder den Betrieb eines Krankenhausinformationssystems zu kümmern.

Dabei hat die Bezeichnung *Krankenhausinformationssystem* in Krankenhäusern, in der Soft- und Hardwareindustrie und unter Wissenschaftlern sehr unterschiedliche Bedeutungen. Wir werden daher zunächst den Begriff Krankenhausinformationssystem (KIS) so definieren, wie wir ihn in diesem Kapitel benutzen wollen: nämlich als das sozio-technische System aller Informationsverarbeitung, -übermittlung und -speicherung im Krankenhaus. Konkret bedeutet dies, dass wir unter einem KIS nicht nur das System der administrativen Informationsverarbeitung eines Krankenhauses verstehen. Wir werden auch sehen, dass man ein KIS in einem Krankenhaus nicht neu einführen muss; denn jedes Krankenhaus hat bereits eins. Vielmehr geht es darum, das KIS so weiterzuentwickeln und laufend zu optimieren, dass es die gestellten Anforderungen immer besser erfüllt.

Die umfassende Interpretation eines KIS macht es notwendig, weniger die Fragen nach der Methodik der Softwareentwicklung zu diskutieren, als zu analysieren, aus welchen Bausteinen ein komplexes KIS aufgebaut wird und wie das Funktionieren solcher Systeme organisiert werden kann. Der zweite Teil (Abschn. 10.2 bis 10.6) befasst sich daher mit der KIS-Architektur, zeigt die wichtigsten Bausteine und erläutert, wie diese Bausteine zusammengefügt, d. h. integriert werden können.

Die Weiterentwicklung und der Betrieb eines KIS erfordern darüber hinaus ein systematisches Management. So kann z. B. nur auf der Basis einer strategischen Planung sichergestellt werden, dass die richtigen Bausteine ausgewählt und auch auf richtige

Weise zusammengefügt werden. Der dritte Teil dieses Kapitels (Abschn. 10.7 bis 10.9) erläutert, wie das KIS-Management systematisch gestaltet werden kann.

10.1 Grundlegende Begriffe und Definitionen

Trotz der zunehmenden Bedeutung der Informationstechnologie in unserer Gesellschaft stellt sich die Frage, *wozu* ein Krankenhaus ein KIS benötigt. Damit können zwei unterschiedliche Fragestellungen gemeint sein:

- Für den Träger eines Krankenhauses kann angesichts des zunehmenden Kostendrucks die Frage lauten: *Warum* braucht unser Krankenhaus jetzt auch noch ein KIS?
- Ärztinnen und Ärzte, Schwestern und Pfleger werden eher wissen wollen, *wofür* ein Krankenhaus ein KIS braucht.

In den folgenden Unterabschnitten sollen beide Aspekte der Titelfrage erörtert werden.

10.1.1 Krankenhausinformationssystem

Ein Krankenhausinformationssystem (KIS) ist das Teilsystem eines Krankenhauses, das alle informationsverarbeitenden (und -speichernden) Prozesse und die an ihnen beteiligten menschlichen und maschinellen Handlungsträger in ihrer informationsverarbeitenden Rolle umfasst. Das KIS dient dazu, die Mitarbeiter des Krankenhauses bei der Erledigung der Aufgaben des Krankenhauses zu unterstützen. Es umfasst daher

- alle Bereiche des Krankenhauses,
- alle Gebäude des Krankenhauses und
- alle Personengruppen, die im Krankenhaus tätig sind.

Die in dieser Definition vorkommenden Begriffe sollen im Folgenden enger gefasst und definiert werden. Aus dieser abstrakten Definition ist jedoch schon erkennbar, dass ein spezielles Softwareprodukt einer Firma, das z. B. die Patientenaufnahme, -abrechnung, -verlegung und -entlassung unterstützen kann, alleine noch *kein* KIS ist. Ein solches Produkt kann vielmehr in einem bestimmten Krankenhaus ein (wichtiger) Bestandteil des KIS sein.

Krankenhaus. Ein Krankenhaus ist eine öffentliche oder private Einrichtung zur zeitweiligen Aufnahme von Patienten zwecks stationärer Pflege und vollständiger ärztlicher Behandlung; evtl. mit Teileinrichtungen auch für die ambulante Betreuung sowie zur ärztlichen Beratung und Mitarbeit bei prophylaktischen Maßnahmen. Darüber hinaus ist ein Krankenhaus evtl. auch Zentrum medizinischer Ausbildung und Stätte sozialmedizinischer Forschung [Roche 87].

Informationen im Krankenhaus. Medizin ist ohne eine umfassende und sorgfältig geplante Erhebung und Verarbeitung von Informationen nicht möglich [Trampisch 95]. Die in einem Krankenhaus be- und verarbeiteten Informationen lassen sich dabei in zwei Klassen einteilen:

- *Informationen über einzelne Patienten:* In einem Krankenhaus werden Patienten aufgenommen. Das Krankenhaus benötigt folglich grundlegende Informationen über die Patienten (z. B. Personalien, Anamnese, Voraufenthalte, Einweisungsdiagnose des Hausarztes). Aber auch aktuelle Informationen über die Patienten (z. B. The-

rapieverlauf, Labor- und Röntgenbefunde) werden bei der Pflege und Behandlung benötigt. Konkrete Abrechnungen zur Administration eines Krankenhauses können nur dann umgesetzt werden, wenn der Administration wiederum patientenbezogene Informationen (z. B. Versicherungsverhältnisse des Patienten, erbrachte Leistungen) zur Verfügung stehen;

- *Patientenunabhängiges Wissen*: Pflege, vollständige ärztliche Behandlung und prophylaktische Maßnahmen sind nur möglich, wenn das Personal über das erforderliche aktuelle Wissen über Krankheiten und Therapien verfügt. Dieses Wissen können die beteiligten Personen nicht immer bereits vollständig im Kopf haben. Gerade neues Wissen muss zeitnah bereitgestellt werden. Besonders in Universitätsklinika hat die medizinische Ausbildung und (sozial-)medizinische Forschung eine herausragende Bedeutung. Aktuelles Wissen über Krankheiten und Therapien wird benötigt und weitergegeben und aus den Informationen über die Patienten wird wiederum neues Wissen über Krankheiten und Therapien abgeleitet. Ebenso ist umfassendes Wissen über das Management eines Krankenhauses und insbesondere über seine Finanzierung erforderlich. Gerade die aktuellen Aktivitäten des Gesetzgebers auf diesem Gebiet zeigen, dass dieses Wissen nahezu ebenso kurzlebig und komplex ist wie das medizinische Wissen.

Werkzeuge der Informationsverarbeitung. Bereits in sehr frühen Zeiten wurde in einem Stations- oder Notizbuch dokumentiert und medizinisches Wissen durch Überlieferung oder mit kostbaren Büchern weitergegeben. Für die umfassende und sorgfältig geplante Erhebung, Verarbeitung und Archivierung von Informationen unterscheiden wir heute zwei Typen:

- *Konventionelle Werkzeuge* beherrschen noch immer die Informationsverarbeitung in den Krankenhäusern. Hierzu gehören die papiergestützte Patientenakte (Krankenakte), Schreibmaschinen, Handarchive, Lehrbücher, Aktenwagen, Laboranforderungsformulare, Kugelschreiber, Diagnosendokumentationsformulare, Bücherregale, Gabelstapler in Altarchiven, Lieferscheine, Kleinförderanlagen, Kopierer usw.;
- *Rechnerunterstützte Werkzeuge* werden in zunehmendem Maße eingesetzt. Hierzu zählen PCs, Patientenverwaltungssysteme, Betriebssysteme, Ethernet-Karten, Datenbanken (z. B. Current Contents, Medline), Kommunikationssysteme, Dokumentenverwaltungssysteme, Kommunikationsnetze mit Glasfaser und FDDI-Protokoll, Belegleser, Twisted-Pair-Kabel, Dokumentationssysteme usw.

Orte der Informationsverarbeitung. Die verbreitete Vorstellung, Informationsverarbeitung im Krankenhaus habe primär etwas mit der Verwaltung des Krankenhauses zu tun, löst sich schnell auf, wenn man sich klar macht, wo die erwähnten Informationen mit den aufgezählten Werkzeugen be- und verarbeitet werden. Patientenbezogene Informationen und patientenübergreifendes Wissen werden sowohl mit konventionellen als auch mit rechnerunterstützten Werkzeugen in *allen Bereichen* des Krankenhauses verarbeitet, d. h.

- im stationären Bereich,
- im ambulanten Bereich,
- in Funktionsbereichen für Diagnostik oder Therapie,
- in sonstigen Bereichen (z. B. Apotheke, Archiv, Bibliotheken, Blutbank),
- in der Krankenhausverwaltung,
- in Technik, Wirtschaft und Versorgung,

- in Sekretariaten und Schreibdiensten und
- in den Leitungsbereichen.

Damit sind auch *alle Gebäude* eines Krankenhauses von der Informationsverarbeitung betroffen. Auch abgelegene Gebäude großer Universitätsklinika dürfen aus der Betrachtung der Informationsverarbeitung des jeweiligen Krankenhauses nicht ausgegrenzt werden.

Personengruppen der Informationsverarbeitung. Selbstverständlich ergibt sich hieraus auch, dass alle im Krankenhaus tätigen Personen von der Informationsverarbeitung betroffen sind:

- Ärzte;
- Pflegekräfte;
- Verwaltungspersonal;
- Versorgungspersonal;
- medizintechnisches Personal;
- medizininformatisches Personal.

Informationstransport. In dem arbeitsteilig organisierten Unternehmen Krankenhaus können Informationen oft nicht da erzeugt werden, wo sie benötigt werden. So werden z. B. Befunde in Leistungsstellen (z. B. Labor, Radiologie) erzeugt und müssen auf die u. U. einige Kilometer entfernte Station transportiert werden. Die Leistungsstellen benötigen ihrerseits u. a. die Personalien der Patienten. Diese wurden bei der Patientenaufnahme erfasst und müssen nun zu den Leistungsstellen transportiert werden. Umgekehrt müssen Informationen über die erbrachten Leistungen in die Patientenverwaltung und zum Controlling transportiert werden. Kommunikation als das Mittel zum Transport von Informationen ist damit ganz wesentlich für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus.

Informationsspeicherung. Oft benötigt man im Krankenhaus Informationen, die bereits zu einem früheren Zeitpunkt erzeugt worden sind. Auf diese Informationen kann nur zurückgegriffen werden, wenn sie aufbewahrt, d. h. gespeichert worden sind. Die Informationen können z. B. in der konventionellen Patientenakte oder auch in Datenbanken auf Rechnern gespeichert worden sein.

10.1.2 Nutzer von Krankenhausinformationssystemen

Da in jedem Krankenhaus Informationen verarbeitet und gespeichert werden, hat folglich jedes Krankenhaus auch ein KIS. Offenbar ist damit die in Abschn. 10.1 eingangsgestellte Frage nicht sinnvoll. Die Frage muss vielmehr lauten, *welchen Nutzen* man von einem KIS hat. Dabei muss nach Personengruppen unterschieden werden. Ein KIS kann als „gut“ bewertet werden, wenn es den entsprechenden Personengruppen den erwarteten Nutzen bringt.

Patienten und Angehörige. Da das KIS ein Bestandteil des Krankenhauses und das Krankenhaus für die Patienten da ist, zählt primär, welchen Nutzen es den Patienten bringt. Das heißt, das KIS muss dazu beitragen, dass die Patienten auf schnelle, angenehme und preisgünstige Art gesund werden und sich bequem über den aktuellen Stand der medizinischen Forschung zur Therapie ihrer Krankheit informieren können. Besu-

cher wollen ihre Angehörigen schnell finden und z.B. Informationen darüber erhalten, wer sie auch später zu Hause bei der Folgebetreuung unterstützen kann.

Medizinisches Personal. Ärzte benötigen z.B. Befunde rechtzeitig zur Visite und wollen möglichst schnell und effizient ihre Leistungen für die Abrechnung dokumentieren. Sie wollen jederzeit und schnell nicht nur die gesamte Krankengeschichte des Patienten einsehen können, sondern auch auf alles medizinische Wissen zugreifen, das sie gerade benötigen. Pflegekräfte wollen, dass Befunde schnell verfügbar sind und telefonische Rückfragen vermieden werden können. Medikamente und Arzneimittel müssen direkt nach der Bestellung geliefert werden. Möglichst viel Zeit soll für den Umgang und die Pflege der Patienten zur Verfügung stehen – nur wenig Zeit soll mit dem Ordnen und Ausfüllen von Formularen verbracht werden. Der Zugriff auf aktuelle Pflegestandards soll jederzeit möglich sein.

Administratives Personal. Der Sachbearbeiter in der Abrechnung möchte rechtzeitig alle Informationen erhalten, die er benötigt, um eine Rechnung zu erstellen, mit deren Erlös das Haus existieren und eine hochwertige Patientenversorgung sichern kann. Der Geschäftsführer muss rechtzeitig alle Informationen erhalten, die er gerade benötigt – nicht mehr, aber auch nicht weniger. Besonders gut ist das KIS wohl dann, wenn sich die Krankenhausleitung entschließt, mit diesem KIS um Patienten aber auch z.B. um Pflegepersonal zu werben.

10.1.3 Güte von Krankenhausinformationssystemen

Um beurteilen zu können, ob ein KIS „gut“ ist, muss man dazu in der Lage sein, auch die Schwächen aufzudecken. Voraussetzung dafür ist wiederum, dass man das KIS adäquat beschreiben kann. Vor dem Hintergrund der oben aufgeführten Vielzahl an Komponenten, die das KIS ausmachen, ist dies keine einfache Aufgabe. Aber ähnlich, wie in [Heym 72] ein Archivar sagt: „Ich sammle, ich ordne. Ich bin ein bescheidener Diener im Hause des Wissens“, ist es auch die Aufgabe der Medizinischen Informatik, Ordnung in das KIS zu bringen.

Struktur. Eine Möglichkeit des Ordnen bietet das 3-Ebenen-Meta-Modell (Abb. 10.1), auf das in Abschn. 10.2 noch näher eingegangen wird:

- Die obere Ebene wird als *fachliche Ebene* bezeichnet und beschreibt die von dem KIS unterstützten Aufgaben des Krankenhauses (z.B. Patientenaufnahme, klinisch-chemische Labordiagnostik);
- Die mittlere Ebene heißt *logische Werkzeugebene* und beschreibt, mit welchen logischen Werkzeugen der Informationsverarbeitung die Aufgaben unterstützt werden. Hierunter fallen die installierten Softwareprodukte, die dann als Anwendungsbausteine bezeichnet werden;
- Die untere Ebene ist die *physische Werkzeugebene*. Hier werden die Rechnersysteme beschrieben, die im KIS Anwendung finden.

Die Analyse der Stärken und Schwächen eines KIS muss auf allen drei Ebenen erfolgen. Auf der fachlichen Ebene kann abgelesen werden, welche Aufgaben des Krankenhauses von dem dargestellten Teil des KIS unterstützt werden, und auf den Werkzeugebenen ist erkennbar, wie diese Unterstützung erfolgt. Eine Hilfestellung bei Analyse und Bewertung können Referenzmodelle bieten, in denen festgehalten ist, welche Aufgaben des Krankenhauses typischerweise von einem KIS unterstützt werden bzw. werden sollten

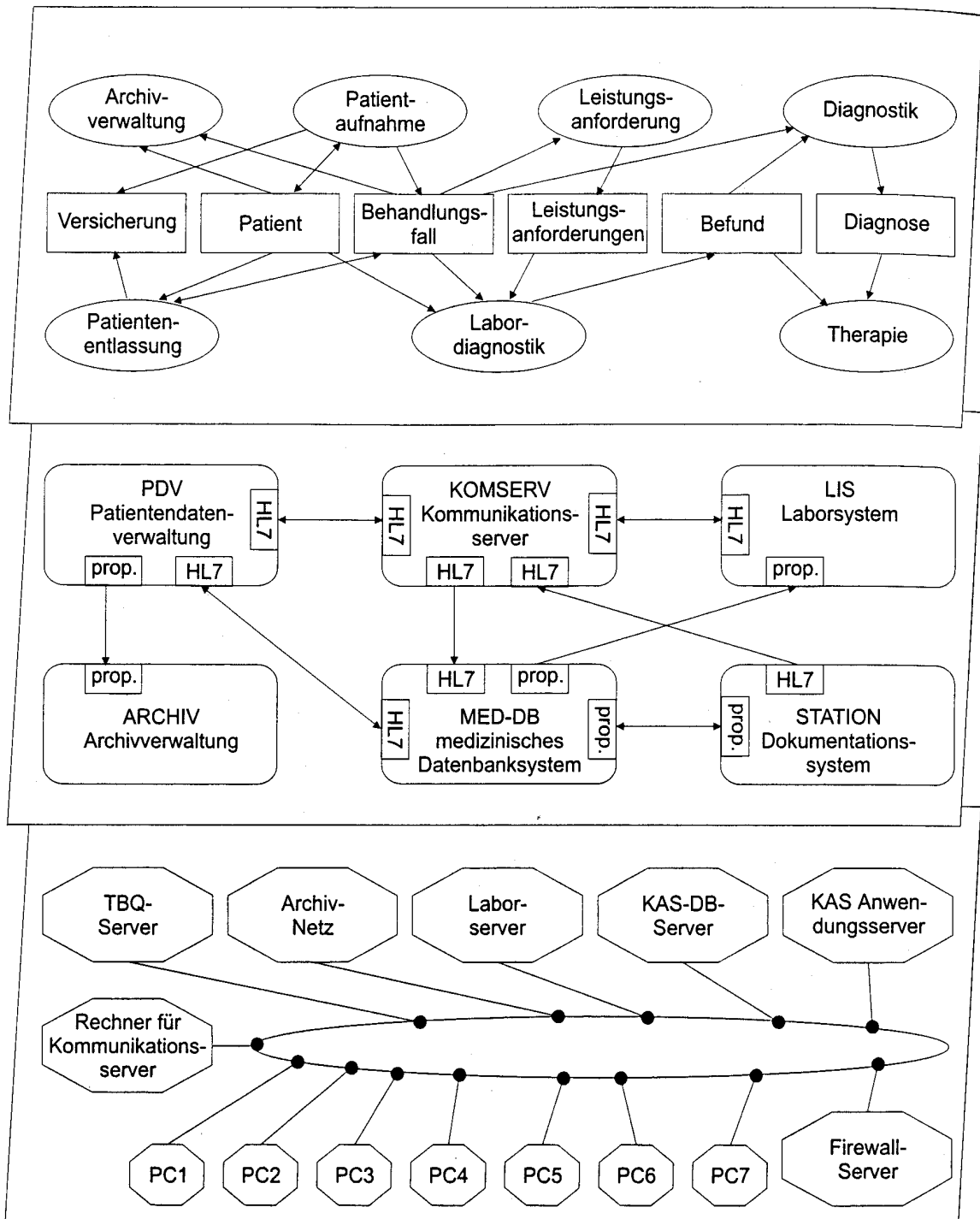


Abb. 10.1: Das 3-Ebenen-Meta-Modell eines Krankenhausinformationssystems

und welche Architekturen für die Werkzeugenebenen sich z. B. bislang als sinnvoll erwiesen haben (vgl. Abschn. 10.3).

Management. Nur ein systematisches Management des KIS kann schließlich gewährleisten, dass das KIS wirklich „gut“ ist. Dieses Management umfasst das Management von Information, von Anwendungsbausteinen und von rechner- und nicht-rechnerunterstützter Informations- und Kommunikationstechnik. Es gliedert sich in das

- strategische,
- taktische und
- operative

Management (vgl. Abschn. 10.7). Dazu gehört auch die Gestaltung von Organisationsmitteln und Formularen und ggf. die Entscheidung für einen Notizblock als Daten(zwischen)speicher statt eines zwar tragbaren, doch unhandlichen und teuren Arbeitsplatzrechners. „Gut“ wird also das KIS durch ein Management, das nicht nur z. B. für eine gute Rechnerausstattung sorgt, sondern ebenso die konventionelle Informationsverarbeitung berücksichtigt und beides sinnvoll integriert.

Beispiel: Es ist noch kein Beweis der Güte des KIS, wenn ein Krankenhaus einen Hochleistungsrechner mit 500 GB Speicherplatz und zehn Gigaflops Prozessorgeschwindigkeit besitzt, der über ein zehnadriges Glasfasernetz mit ATM-Protokoll an den Multiprozessor-Vektorrechner des Astronomischen Instituts gekoppelt ist und an den als Arbeitsstationen Multi-Media-PCs mit Sound-Blaster-Karte, CD-ROM und Real-Time-Video-Karte angeschlossen sind.

10.1.4 Erstellung von Krankenhausinformationssystemen

Ein KIS ist kein fertiges Produkt, das man kaufen kann. Man kann lediglich Bausteine für den rechnerunterstützten Teil des KIS kaufen, wie z. B. Softwareprodukte für die Unterstützung der Patientendatenverwaltung, Labordiagnostik und Operationsdokumentation oder einzelne Rechner.

Ein Krankenhaus kann sich sein KIS auch nicht selbst programmieren. Höchstens für einzelne rechnerunterstützt zu realisierende informationsverarbeitende Verfahren, für die keinerlei geeignete Softwareprodukte am Markt zu finden sind, können eigene Softwareentwicklungen sinnvoll sein. Die Einrichtungen für medizinische Informatik, die für das KIS-Management zuständig sind, sollten sich daher auf die Integration der einzusetzenden rechnerunterstützten und konventionellen Bausteine und auf deren sinnvolle Anpassung an die Gegebenheiten ihres Krankenhauses konzentrieren. Hierbei kann auf „klassische“ Methoden (z. B. Kommunikationsserver, Kommunikationsstandards) oder auf neuere Ansätze auf der Basis komplexer Middleware-Anwendungen gesetzt werden (vgl. Abschn. 10.5).

10.1.5 Zusammenfassung

Es ist deutlich geworden, dass die Frage, *wozu* ein Krankenhaus ein Krankenhausinformationssystem braucht, falsch gestellt war; denn jedes Krankenhaus hat bereits ein KIS. Zu fragen bleibt allerdings, ob das KIS „gut“ ist. Und dies lässt sich letztlich nur daran messen, ob es das Krankenhaus ausreichend dabei unterstützt, seine Aufgabe zu erfüllen, nämlich Patienten (Kranke) erfolgreich zu behandeln und ggf. erfolgreich medizinische Forschung zu betreiben und Lehre durchzuführen.

10.2 Modellierung von Krankenhausinformationssystemen

Voraussetzung für die Planung, Steuerung, und Überwachung sowie für die Bewertung des Nutzens eines KIS ist die eindeutige Erfassung seiner Architektur. Die Architektur eines Systems beschreibt, aus welchen klar abgrenzbaren Bausteinen (Modulen) ein System besteht und wie es sich in diese Bausteine zerlegen lässt bzw. aus ihnen zusammen-

gefügt ist. Eine Möglichkeit hierfür bietet das 3-Ebenen-Meta-Modell (vgl. Abb.10.1, S. 480).

10.2.1 Unified Modelling Language

Die Struktur von Systemen kann allgemein mit Hilfe der Klassendiagramme (Abb. 10.2) der Unified Modelling Language (UML) dargestellt werden. Im Folgenden werden nur die UML-Elemente definiert, die zur KIS-Modellierung benötigt werden. Für eine umfassende Einführung in UML sei auf [Oestereich 98] verwiesen.

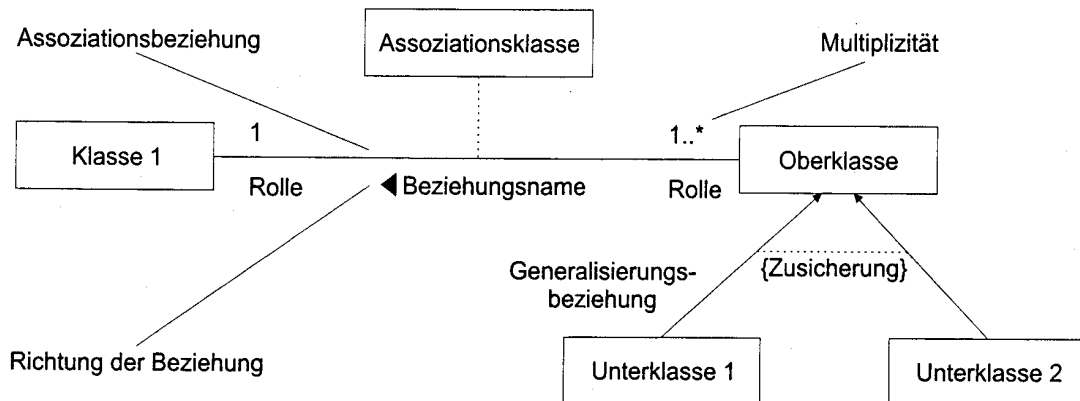


Abb. 10.2: Elemente der UML-Klassendiagramme

Klasse. Eine Klasse beschreibt die Attribute (Eigenschaften) einer Menge gleichartiger Objekte und gegebenenfalls Operationen, die an Objekten dieser Menge durchgeführt werden können. Eine Menge gleichartiger Objekte kann z. B. die Menge aller in einem Krankenhaus beschäftigten Mitarbeiter sein. Diese können durch die Attribute (z. B. Name, Adresse, Personalnummer) näher beschrieben werden. Eine mögliche Operation an einem Objekt dieser Klasse ist z. B. „Adresse ändern“. Klassen können in Beziehung zueinander stehen. Wir verwenden als Beziehungsarten die Assoziation und die Generalisierung.

Assoziation. Eine Assoziation ist eine im Prinzip beliebige Beziehung zwischen Klassen und wird als Linie zwischen zwei Klassen dargestellt. Der Name einer Beziehung befindet sich in der Mitte der Linie. Ein Pfeil neben dem Beziehungsnamen deutet an, in welche Richtung die Beziehung zu interpretieren ist. Eine Assoziationsklasse ist eine Assoziationsbeziehung mit Attributen und ggf. Operationen. Betrachten wir wiederum die Klasse „Mitarbeiter“ und zusätzlich noch die Klasse „Organisationseinheiten“ als Menge aller Organisationseinheiten eines Krankenhauses, so ist eine mögliche Assoziationsbeziehung „ist_beschäftigt_in“, die ausdrückt, in welcher Organisationseinheit der Mitarbeiter arbeitet.

Generalisierung. Eine Generalisierung ist eine Vererbungsbeziehung zwischen einer allgemeinen und einer speziellen Klasse. Die Differenzierung erfolgt anhand von Attributen. Die Generalisierung wird durch einen großen Pfeil dargestellt, wobei der Pfeil von der Unterklasse zur Oberklasse zeigt. Ein mögliches Attribut zur Differenzierung der Klasse „Mitarbeiter“ ist das Attribut „Berufsgruppe“. Dadurch kann man von der allgemeinen Klasse „Mitarbeiter“ spezielle Klassen (z. B. „ärztliches Personal“, „Pflegepersonal“, „Verwaltungspersonal“) bilden.

Zusicherung. Eine Zusicherung beschreibt eine Bedingung oder Integritätsregel. Sie wird als gepunktete Linie dargestellt. Eine mögliche Integritätsbedingung in unserem obigen Beispiel zur Generalisierung ist, dass jeder Mitarbeiter nur genau einer speziellen Klasse angehören darf, d. h. die Klassen also disjunkt sind.

Multiplizität. Die Multiplizität drückt aus, mit wie vielen Objekten einer Klasse ein Objekt der gegenüberliegenden Klasse in Beziehung stehen darf. Wenn ein Mitarbeiter nur in genau einer Organisationseinheit beschäftigt sein darf, drückt sich das in der Multiplizität 1 aus.

Rolle. Eine Rolle beschreibt, wie ein Objekt von dem in der Assoziation gegenüberliegenden Objekt gesehen wird. Nehmen wir an, die Klasse „Mitarbeiter“ steht zu sich selbst in der Assoziationsbeziehung „hat_als_Vorgesetzten“. Ein und derselbe Mitarbeiter kann sich nun im Rahmen der Mitarbeiterhierarchie in der Rolle des Vorgesetzten oder in der Rolle des Untergebenen befinden.

10.2.2 Fachliche Ebene

Die fachliche Ebene eines KIS ergibt sich aus den Aufgaben des Krankenhauses, deren Erledigung das KIS unterstützt, und den Objekttypen, die im Rahmen der Erledigung der Aufgaben jeweils bearbeitet bzw. interpretiert werden. Sie beschreibt damit die fachlichen Konsequenzen aus den Zielen des Krankenhauses und abstrahiert von den Werkzeugen, die zur Erledigung der Aufgaben eingesetzt werden.

Aufgabe. Eine Aufgabe ist eine Zielvorschrift für menschliches oder maschinelles Handeln. Das durch das Handeln zu erreichende Ziel deckt sich mit einem oder unterstützt die Erreichung eines (Teil-)Ziels des Krankenhauses. Eine Aufgabe hat daher keinen definierten Anfang und kein definiertes Ende. Aufgaben lassen sich in Teilaufgaben gliedern. Man kann eine Aufgabe und damit auch eine Teilaufgabe als Pflicht auffassen, die sich aus den Unternehmenszielen mehr oder weniger zwingend ergibt. Beispiele für Aufgaben sind Patientenaufnahme, Befundanforderung, Labordiagnostik oder Archivverwaltung.

Objekttyp. Im Rahmen der Erledigung der Aufgaben werden Informationen über Objekte bearbeitet bzw. interpretiert. Objekte sind physische oder virtuelle Dinge eines Krankenhauses. Informationen über Objekte liegen in Form von Merkmalen vor. Objekte mit denselben Merkmalsarten werden zu Objekttypen zusammengefasst.

Beispiel: Der Objekttyp „Behandlungsfall“ vereinigt alle Fälle (i. d. R. stationäre Aufenthalte) der verschiedenen Patienten mit Angaben zu den Merkmalsarten „Aufnahmedatum“, „Entlassungsdatum“, „Diagnosen“ usw.

UML-Klassendiagramm. Das UML-Klassendiagramm ist in Abb. 10.3 dargestellt. In diesem sind die Aufgaben und die Objekttypen jeweils als Klasse repräsentiert. Sowohl Aufgaben als auch Objekttypen können verfeinert werden. Dies drückt sich in den „ist Teil von“-Beziehungen aus. Die Assoziationsklasse „greift_zu_auf“ mit ihrem Attribut „Zugriffsart“ beschreibt, dass bei der Durchführung von Aufgaben auf Objekttypen zugegriffen wird. Das Attribut „zugriffsart“ gibt an, ob im Rahmen dieses Zugriffs Informationen über Objekte lediglich interpretiert oder auch bearbeitet werden.

Im obersten Teil der Abb. 10.1 (S. 480) ist beispielhaft eine fachliche Ebene eines KIS visualisiert. Rechtecke repräsentieren dabei Objekttypen, Ovale stehen für Aufgaben.

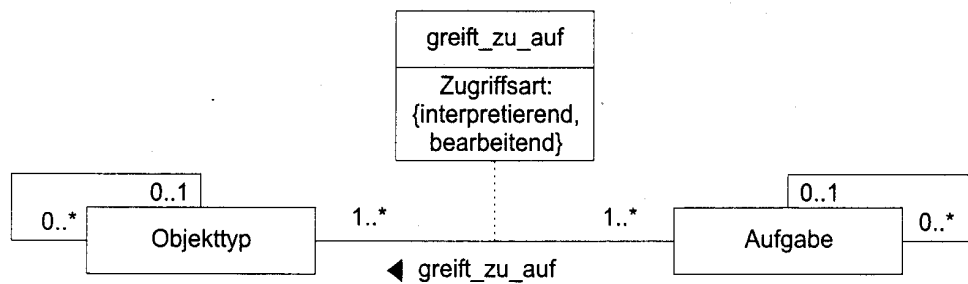


Abb. 10.3: UML-Klassendiagramm der fachlichen Ebene eines KIS

Ein Pfeil von einem Objekttyp zu einer Aufgabe markiert einen interpretierenden Zugriff, ein Pfeil von einer Aufgabe zu einem Objekttyp einen bearbeitenden Zugriff. Verfeinerungen im Sinne der „ist Teil von“-Beziehungen sind nicht vorhanden.

10.2.3 Logische Werkzeugebene

Die Aufgaben werden von den in einem Krankenhaus tätigen Personen erledigt. Diese benutzen dafür informationsverarbeitende Werkzeuge. Z. B. werden Informationen über Objekte in einem Datenbanksystem in Form von Daten gespeichert.

Anwendungsbaustein. Auf der logischen Werkzeugebene werden als logische Werkzeuge der Informationsverarbeitung Anwendungsbausteine dargestellt. Anwendungsbausteine sind Werkzeuge, die von den Benutzern des KIS unmittelbar für die Erledigung der Aufgaben des Krankenhauses angewendet werden. Ein Anwendungsbaustein kann die Erledigung einer oder mehrerer Aufgaben ganz oder auch jeweils nur teilweise unterstützen. Im letzteren Fall unterstützen möglicherweise mehrere Anwendungsbausteine gemeinsam die Erledigung einer bestimmten Aufgabe. Ein Anwendungsbaustein kann auf zwei Grundtypen basieren:

- Der *Organisationsplan* ist ein nicht-rechnergestützter Anwendungsbaustein. Er muss nicht unbedingt Schritt für Schritt schriftlich niedergelegt sein und enthält den Ablauf aller Tätigkeiten, die für die jeweilige Anwendung durchgeführt werden müssen;
- Ein *Softwareprodukt* ist rechnergestützt. Es ist ein abgeschlossenes, erworbenes oder eigenentwickeltes Programm oder Programmpaket, das auf Rechnersystemen (physische Werkzeugebene) installiert werden kann.

Adaptierung. Wenn ein Krankenhaus z. B. ein Archivverwaltungssystem für Patientenaktenarchive kauft, ist das Archivverwaltungssystem zunächst ein für alle Kunden gleiches Produktgerüst, das nach der Installation nicht direkt eingesetzt werden kann. Zunächst muss noch die krankenhausspezifische Anpassung (Adaptierung, *customizing*) durchgeführt werden. Z. B. muss in das kundenunspecifische System parametrisiert werden, wie die Akten in diesem Krankenhaus sortiert werden, welche Abteilungen es gibt, mit welchen Kostenstellenummern gearbeitet wird und natürlich auch, wie das Krankenhaus heißt. Nach Installation, Adaptierung und Inbetriebnahme wird aus dem zunächst allgemeinen Softwareprodukt ein für dieses Krankenhaus spezifischer und nutzbarer Anwendungsbaustein (z. B. „ARCHIV“ in Abb. 10.1).

Schnittstelle. Um auf die für die Erledigung der Aufgaben notwendigen Informationen zugreifen zu können, die z. B. in einem Datenbanksystem in Form von Daten gespeichert werden, müssen Anwendungsbausteine miteinander kommunizieren. Dazu können sie über proprietäre oder standardisierte (z. B. HL7) *Bausteinschnittstellen* Nachrichten mit-

einander austauschen und es entsteht eine Kommunikationsbeziehung. Außerdem können Anwendungsbausteine über *Benutzungsschnittstellen* Daten mit Benutzern austauschen.

UML-Klassendiagramm. Abb. 10.4 zeigt die zugehörige Struktur der logischen Werkzeugebene eines KIS als UML-Klassendiagramm. Die gestrichelten Klassen und Assoziationsbeziehungen zeigen den Zusammenhang zwischen fachlicher Ebene und logischer Werkzeugebene (vgl. Abschn. 10.2.5). Die Zusicherung „{XOR}“ bedeutet, dass ein Anwendungsbaustein im ausschließenden Sinne entweder durch einen Organisationsplan oder durch ein Anwendungsprogramm gesteuert wird.

Ein beispielhafter Ausschnitt einer logischen Werkzeugebene eines KIS ist in der mittleren Ebene in Abb. 10.1 (S. 480) dargestellt. Die abgerundeten Rechtecke zeigen hier Anwendungsbausteine, die kleinen Rechtecke innerhalb der Anwendungsbausteine zeigen die Bausteinschnittstellen. Die gerichteten Kanten repräsentieren die Kommunikationsbeziehungen. Dieses Beispiel ist fiktiv. Allerdings zeigt es eine ganz typische Situation: Zwar existiert ein HL7-basierter Kommunikationsserver, über den ein Teil der Kommunikation abläuft. Allerdings kommunizieren bestimmte Anwendungsbausteine auch direkt über HL7-basierte oder sogar über proprietäre Schnittstellen miteinander.

Beispiel: Im rechnerunterstützten Teil eines KIS ist die Zuordnung einer Aufgabe zu einem Anwendungsbaustein noch recht einfach. So könnte z. B. die Aufgabe der Archivverwaltung durch den Anwendungsbaustein „ARCHIV“ realisiert sein. Dieser bietet alle Funktionen, die notwendig sind, um die Patientenakten in diesem Krankenhaus zu verwalten. Oder die Aufgabe wird mit konventionellen Werkzeugen durchgeführt, so dass an Stelle eines Softwareprodukts ein Organisationsplan zur Archivverwaltung für den Anwendungsbaustein notwendig wird.

10.2.4 Physische Werkzeugebene

Jeder Anwendungsbaustein kann auf einem Rechnersystem oder auf mehreren vernetzten Rechnersystemen installiert sein. Diese Hardwarestruktur wird in der physischen Werkzeugebene des 3-Ebenen-Meta-Modells beschrieben.

Datenverarbeitungsbaustein. Die physische Werkzeugebene besteht aus einer Menge von physischen Datenverarbeitungsbausteinen eines bestimmten Bausteintyps, die physisch über Datenübertragungsverbindungen Daten miteinander austauschen können. Zu diesen Bausteintypen gehören Rechnersysteme (z. B. PC, Server, Switch, Router), aber auch konventionelle Bausteine (z. B. Aktenregale, Formulare, Schreibmaschinen, Telefone). Die Anordnung dieser Verbindungen führt uns zu physischen oder logischen Subnetzen eines bestimmten Netztyps, die auf Netzprotokollen basieren. Sie stellt also die physischen Werkzeuge bereit, die für den Betrieb von Anwendungsbausteinen erforderlich sind. Physische Datenverarbeitungsbausteine lassen sich ggf. wiederum in physische Datenverarbeitungsbausteine gliedern.

Im Gegensatz zu Anwendungsbausteinen, die direkt die Erledigung informationsverarbeitender Aufgaben unterstützen, stellt ein physischer Datenverarbeitungsbaustein lediglich ein Potential nutzbarer Ressourcen dar. Ein PC, der an einem Arbeitsplatz steht, ist ein physischer Datenverarbeitungsbaustein, auch wenn keine Anwendungsbausteine auf ihm installiert sind; allerdings lässt sich dann auch nicht viel mit ihm anfangen.

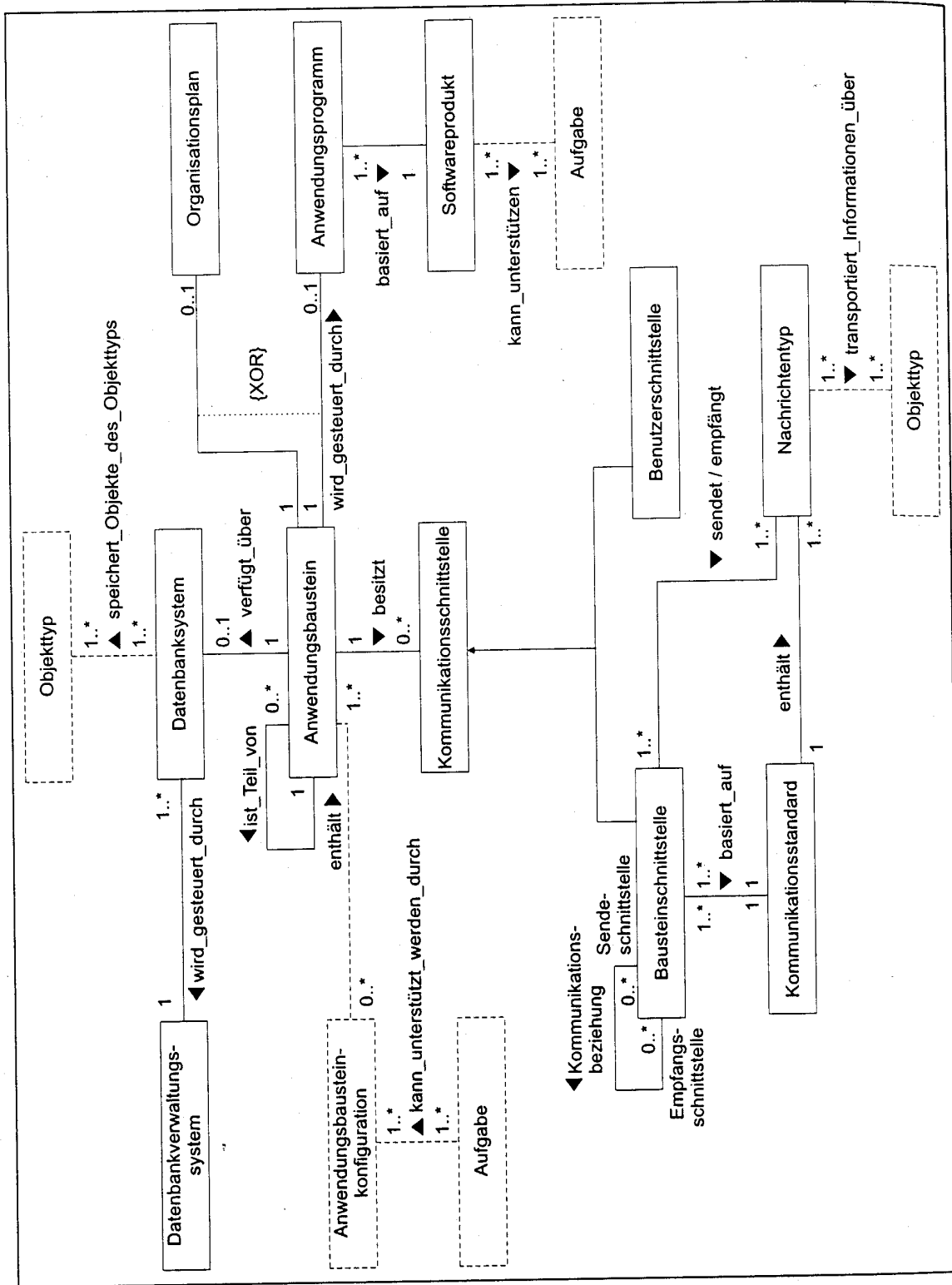


Abb. 10.4: UML-Klassendiagramm der logischen Werkzeugebene eines KIS

UML-Klassendiagramm. Abb. 10.5 zeigt die zugehörige Struktur der physischen Werkzeugebene als UML-Klassendiagramm. Die gepunkteten Klassen und Assoziationsbeziehungen zeigen den Zusammenhang zwischen logischer und physischer Werkzeugebene (vgl. Abschn. 10.2.5).

Im unteren Teil der Abb. 10.1 (S. 480) wird eine physische Werkzeugebene dargestellt. Die Sechsecke stellen Server, PCs und Subnetze dar. Die Punkte repräsentieren Netzanschlusskomponenten. Server, PCs, Subnetze und Netzanschlusskomponenten sind

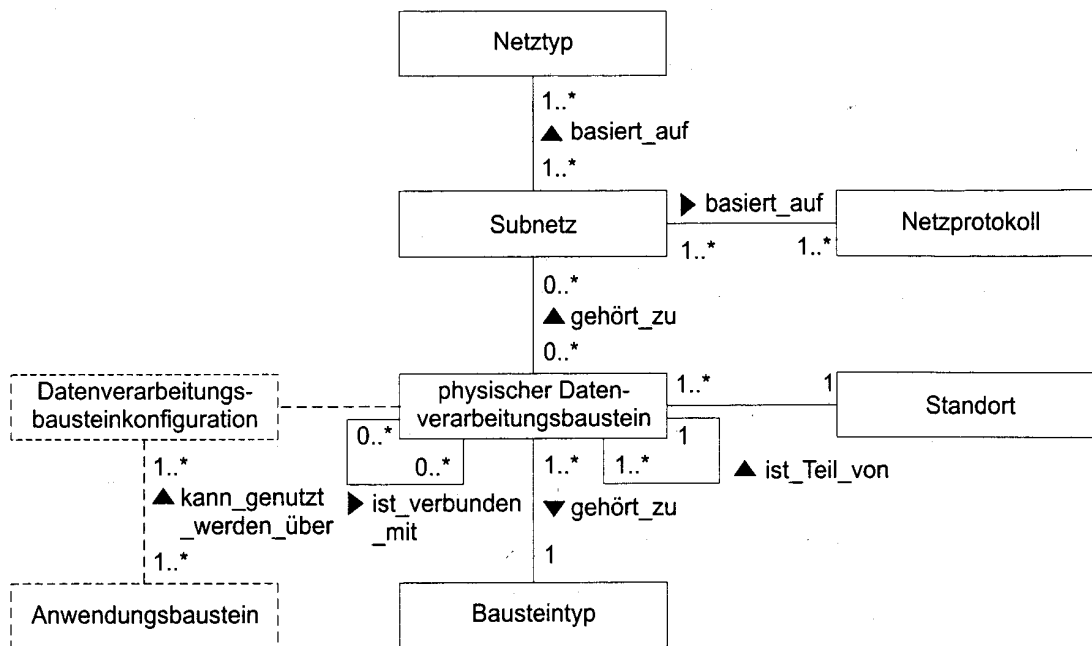


Abb. 10.5: UML-Klassendiagramm der physischen Werkzeugebene eines KIS

physische Datenverarbeitungsbausteine unterschiedlichen Bausteintyps. In unserem Fall liegt ein ringförmiges Netz vor, das über die Datenübertragungsverbindungen zwischen den Netzanschlusskomponenten definiert ist. Hieran angeschlossen sind dann die Server, PCs und z. B. auch das Subnetz „ARCHIVNETZ“.

10.2.5 Inter-Ebenenbeziehungen

Die drei beschriebenen Ebenen existieren nicht unabhängig voneinander. Die vielfältigen Beziehungen zwischen den Ebenen bezeichnen wir als Inter-Ebenenbeziehungen. In den UML-Klassendiagrammen der Ebenen sind sie als gestrichelte Klassen und Assoziationsbeziehungen sichtbar. Sowohl zwischen der fachlichen Ebene und der logischen Werkzeugebene als auch zwischen der logischen und der physischen Werkzeugebene können wir Zusammenhänge feststellen.

Anwendungsbausteinkonfiguration. Innerhalb eines Krankenhauses kann eine Aufgabe durch mehrere Anwendungsbausteine gemeinsam, durch einen einzelnen Anwendungsbaustein oder durch Kombinationen davon unterstützt werden. Dies spiegelt sich in der Klasse Anwendungsbausteinkonfiguration wider (Abb. 10.4). Eine Anwendungsbausteinkonfiguration besteht aus einem oder mehreren Anwendungsbausteinen, die gemeinsam eine Aufgabe unterstützen. Entfernt man einen dieser Anwendungsbausteine aus einer Konfiguration, so kann die Aufgabe nicht mehr unterstützt werden. Eine Aufgabe kann auch durch mehrere Anwendungsbausteinkonfigurationen unterstützt werden. Entfernt man dann eine Anwendungsbausteinkonfiguration, so kann die Aufgabe nach wie vor durch eine der verbleibenden unterstützt werden.

Softwareprodukt. Ein Softwareprodukt (Abb. 10.4), so wie es von einer Firma ausgeliefert wird, unterstützt die Durchführung bestimmter Aufgaben. Entsprechend seiner Parametrierung kann es sein, dass ein auf einem bestimmten Softwareprodukt basierender Anwendungsbaustein eine geringere Funktionalität hat, als das Produkt eigentlich

ermöglicht, d. h. der Baustein unterstützt nicht die Erledigung aller Aufgaben, die durch das Softwareprodukt möglich wären.

Objekttyp. Ein Objekttyp der fachlichen Ebene kann von einem oder mehreren Datenbanksystemen repräsentiert werden (Abb. 10.4). Wird derselbe Objekttyp in mehreren Datenbanksystemen repräsentiert, so spricht man von redundanter Datenhaltung, wenn auch dieselben Objekte gespeichert werden. Z. B. wird der Objekttyp „Patient“ i. Allg. sowohl im Patientenverwaltungssystem als auch im Laborinformationssystem gespeichert. Beide Anwendungsbausteine enthalten also Daten über dieselben Patienten.

Nachrichtentyp. Über die Bausteinschnittstellen werden zwischen Anwendungsbausteinen Informationen über Objekte bestimmter Objekttypen in Form von Nachrichten ausgetauscht (Abb. 10.4). Welche dies sind, wird durch die Zuordnung von Objekttypen zu Nachrichtentypen festgelegt. Z. B. können anhand von Nachrichten des HL7-Nachrichtentyps „ORU“ Informationen über Objekte des Objekttyps „Befund“ ausgetauscht werden (vgl. Abschn. 10.5.6).

Datenverarbeitungskonfiguration. Ein rechnerunterstützter Anwendungsbaustein kann über einen einzelnen oder über mehrere physische Datenverarbeitungsbausteine gemeinsam nutzbar sein. Dies spiegelt sich in der Klasse der Datenverarbeitungsbausteinkonfiguration wider (Abb. 10.5). Eine Datenverarbeitungsbausteinkonfiguration besteht aus einem oder mehreren physischen Datenverarbeitungsbausteinen, auf denen gemeinsam ein Anwendungsbaustein installiert ist. Entfernt man einen dieser Datenverarbeitungsbausteine aus einer Konfiguration, so kann der Anwendungsbaustein nicht mehr genutzt werden. Ein Anwendungsbaustein kann auf mehreren Datenverarbeitungsbausteinkonfigurationen installiert sein. Entfernt man dann eine Datenverarbeitungsbausteinkonfiguration, so kann der Anwendungsbaustein trotzdem noch über eine der verbleibenden Konfigurationen genutzt werden.

Beispiel: Viele Anwendungsbausteine sind typischerweise als Client/Server-Anwendungen installiert und dabei von mehreren Clients aus benutzbar. Ein Client/Server-Paar bildet dann eine Datenverarbeitungsbausteinkonfiguration. Fällt nun der Client aus, so ist der Anwendungsbaustein trotzdem noch benutzbar, allerdings nicht mehr über diese Datenverarbeitungsbausteinkonfiguration, sondern über eine andere. Fällt dagegen der Server aus, so wird aus jeder Datenverarbeitungsbausteinkonfiguration ein Datenverarbeitungsbaustein „entfernt“ und der entsprechende Anwendungsbaustein ist nicht mehr nutzbar.

10.2.6 Teilbereiche von Informationssystemen

Subinformationssystem. Ein Subinformationssystem ist ein Teilsystem eines Informationssystems, das die Aufgaben, Anwendungsbausteine und physischen Datenverarbeitungsbausteine eines Informationssystems umfasst, die zusammen einen Teilbereich des Informationssystems beschreiben. Es reicht also immer aus, nur das von einer Maßnahme betroffene Subinformationssystem zu betrachten.

Beispiel: Wenn die Formulare einer Abteilung eines Krankenhauses überarbeitet und vereinheitlicht werden sollen, genügt es, das konventionelle Subinformationssystem dieser Abteilung zu untersuchen.

Informationssystemkomponente. Subinformationssysteme sowie einzelne Aufgaben, Anwendungsbausteine und physische Datenverarbeitungsbausteine bezeichnen wir als

Informationssystemkomponenten. Informationssysteme können nach verschiedenen Aspekten in Informationssystemkomponenten untergliedert werden. Häufig sind die Informationssysteme von Bereichen oder Abteilungen eines Krankenhauses von besonderem Interesse, oder aber ein bestimmter Anwendungsbaustein oder ein physischer Datenverarbeitungsbaustein bildet die Grundlage für die Konstruktion des Subinformationssystems. Ein Beispiel für den ersten Fall ist ein medizinisches Abteilungsinformationssystem einer Frauenklinik, für den zweiten Fall das Organisations- und Dokumentationssystem einer Abteilung für radiologische Diagnostik. Wenn ein Rechnersystem durch ein anderes ersetzt werden soll, müssen alle Anwendungsbausteine, die darauf installiert sind, und die unterstützten Aufgaben in die Betrachtung einbezogen werden. Diese bilden dann insgesamt wieder ein Subinformationssystem.

Informations- und Kommunikationssystem. In der Literatur wird oft statt von Informationssystemen von Informations- und Kommunikationssystemen gesprochen. Wir werden im Folgenden weiterhin den Begriff Informationssystem verwenden, da er nach unserer Definition auch den Kommunikationsaspekt einschließt.

10.3 Referenzmodelle für Krankenhausinformationssysteme

In [Winter 99] ist eine ausführliche Analyse von KIS-Referenzmodellen erschienen. Die wichtigsten Definitionen und Modelltypen sind im Folgenden zusammengefasst.

10.3.1 Definitionen

Die Begriffe *Modell*, *Referenzmodell* und *spezielles Modell* sind von Begriffen wie *Meta-Modell*, *Standard*, *Norm* und *Architektur* deutlich abzugrenzen.

Modell. Es ist ganz offensichtlich, dass infolge der Komplexität heutiger KIS die Erstellung eines Modells des KIS einen erheblichen Aufwand verursacht. Hierbei verstehen wir unter einem Modell nichts anderes als die Beschreibung eines Sachverhaltes mit einem für das jeweilige Modellierungsproblem geeigneten Beschreibungsmittel.

Referenzmodell. Grundsätzlich kann die Erstellung von Modellen 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 als Referenzmodell bezeichnet. Ein Referenzmodell bezieht sich stets auf eine Klasse von Sachverhalten (z. B. KIS, Kommunikationssystem, Herz-/Kreislaufsystem von Männern zwischen 30 und 75 Jahren).

Definition: *Referenzmodell* (10.1)

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

- 1 : R ist ein Modell AND
- 2a : R ist Grundlage spezieller Modelle für Sachverhalte der Klasse \underline{S} OR
- 2b : R ist Vergleichsobjekt für Modelle von Sachverhalten der Klasse \underline{S}

Spezielles Modell. Ein Modell R kann als allgemeines Modell verstanden werden, das der verallgemeinernden Beschreibung der Sachverhalte der Klasse \underline{S} dient, während spezielle Modelle einzelne, konkrete Sachverhalte aus der Klasse \underline{S} genauer beschreiben. Die Konstruktion der speziellen Modelle erfolgt durch Konkretisierung oder durch Festlegung diskriminierender Eigenschaften innerhalb von R . Gegebenenfalls kann das spezielle Modell wiederum als Referenzmodell dienen.

In einem Referenzmodell sollte beschrieben sein,

- 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.

Beispiel: Der Zusammenhang dieser Definitionen ist in Tab. 10.1 am Beispiel des Referenzmodells für die KIS deutscher Universitätsklinika verdeutlicht. Auf dieses Referenzmodell wird in den folgenden Beispielen noch detailliert Bezug genommen.

Tabelle 10.1: KIS-Referenzmodell deutscher Universitätskliniken [Winter 99]

Klasse von Sachverhalten \underline{S}	Menge der KIS der deutschen Universitätsklinika
Referenzmodell	Modell der Aufgaben, wie sie vom Modellierer für Universitätsklinika als üblich angesehen werden. Hinzu kommen Modelle unterschiedlicher, abstrakter Architekturvarianten der logischen und physischen Werkzeugebene, wie sie dem Modellierer für die Unterstützung der Aufgaben und Prozesse prinzipiell sinnvoll erscheinen.
Spezielles Modell für Sachverhalte der Klasse \underline{S}	Modell der Aufgaben des Universitätsklinikums A, zusammen mit dem Modell der logischen und physischen Werkzeugebene, wie sie im Universitätsklinikum A für die Unterstützung der Aufgaben gewählt wurden.
Konstruktion des speziellen Modells	Festlegung der Aufgaben aus dem Referenzmodell, die im Universitätsklinikum A relevant sind. Entscheidung für eine Architekturvariante und Konkretisierung der einzusetzenden Anwendungs-, Rechner- und Netzsysteme. Gegebenenfalls 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.

Meta-Modell. Durch Meta-Modelle 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.

Beispiel: Das 3-Ebenen-Modell (Abb. 10.1, S. 480) ist ein Meta-Modell. Dort werden zur Festlegung der abstrakten Syntax Begriffe wie Aufgabe, Objekt, Anwendungsbau-

stein, Kommunikationsschnittstelle, Datenverarbeitungsbaustein usw. festgelegt und ihr Zusammenhang mit Hilfe von UML-Diagrammen definiert. Die konkrete Syntax gibt an, wie diese Begriffe auch in ihrem Zusammenhang dargestellt werden sollen oder können. Die Beispiele zur Modellierung der fachlichen Ebene und der logischen und physischen Werkzeugebene in Abschn. 10.2 machen Vorschläge zum (graphischen) Modellierungsvorgehen.

Die Begriffe Referenzmodell und Meta-Modell sind daher deutlich unterschieden. Referenzmodelle sind – genauso wie Modelle – Instanzen zugrunde liegender Meta-Modelle. Spezielle Modelle sind als durch Konkretisierung von Referenzmodellen entstandene Varianten zu betrachten. Sie sind ihrerseits wieder Instanzen von Meta-Modellen, die den Meta-Modellen der zugrunde liegenden Referenzmodelle entsprechen.

Beispiel: Das KIS-Referenzmodell deutscher Universitätsklinik (Tab. 10.1) ließe sich mit Hilfe der abstrakten und konkreten Syntax des 3-Ebenen-Meta-Modells (Abb. 10.1, S. 480) beschreiben und wäre dann eine Instanz dieses Meta-Modells. Die speziellen Modelle einzelner KIS könnten mit derselben Syntax, d.h. wieder als Instanz des 3-Ebenen-Meta-Modells realisiert werden.

Standard. Standards (De-facto-Normen) legen Begriffe und Eigenschaften von Systemen durch allgemeine Akzeptanz fest und liefern so eine allgemeine Richtschnur. Standards entstehen i. d. R. ohne vorgegebenen Plan, werden aber in ihrem Anwendungsbereich weitgehend akzeptiert.

Norm. Eine planmäßig durchgeführte Festlegung von Begriffen und Eigenschaften durch autorisierte Normungsinstitute (z. B. DIN, ANSI, ISO) wird als Norm (De-jure-Norm) bezeichnet.

Da Referenzmodelle nach Def. 10.1 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.

Ein Referenzmodell ist hingegen keine Norm. Allerdings ist oft eine normative Wirkung intendiert. Durch Akzeptanz und tatsächliche Verwendung des Referenzmodells wird der intendierte normative Charakter praktisch relevant. Die Akzeptanz kann sich durch praktische Bewährung oder durch die Empfehlung einer anerkannten Institution ergeben.

Architektur. 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.

10.3.2 Typen von Referenzmodellen

In Abhängigkeit von der Klasse der Sachverhalte, für die Referenzmodelle erstellt werden, lassen sich auch die Referenzmodelle typisieren. Die folgenden Typen beziehen sich auf das Umfeld von Informationssystemen.

Organisations-Referenzmodell. Aus Organisations-Referenzmodellen (z.B. Branchen-Referenzmodellen) lassen sich Modelle der Aufgaben, (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.

Informationssystem-Referenzmodell. Informationssystem-Referenzmodelle sind spezielle Organisations-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 genannten unterschiedlichen Sichten integrieren. Hinzu kommen Sichten 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-Referenzmodell. 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 i. d. R. 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-Referenzmodell. Ein Vorgehens-Referenzmodell ist ein allgemeines Modell für eine Klasse von Vorgehensweisen z.B. bei Projekten. Aus dem Vorgehens-Referenzmodell kann die Vorgehensweise in einem speziellen Projekt z.B. in Form eines Projektplans abgeleitet werden.

Beispiel: Das in Abschn. 10.7.3 vorgestellte Phasenmodell für Projekte des taktischen Informationsmanagements (vgl. Tab. 10.2, S. 542) ist ein typisches Vorgehens-Referenzmodell.

10.3.3 Referenzmodelle für das KIS-Management

KIS-Referenzmodell. Kommerziell werden KIS-Referenzmodelle im Gegensatz zu Informationssystem-Referenzmodellen anderer Branchen zur Zeit noch nicht angeboten. KIS-Referenzmodelle werden von Beratungsunternehmen jedoch auch kundenspezifisch erstellt. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn ein Träger mehrerer Krankenhäuser die Geschäftsprozesse und Informationsflüsse, und damit auch die KIS einschließlich ihrer rechnergestützten Teile, auf eine einheitliche Grundlage stellen möchte. 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.

Im Folgenden sind Beispiele verfügbarer KIS-Referenzmodelle angegeben [van Bemmel 97]:

- *Anforderungskatalog*: Der Anforderungskatalog für KIS, der in Heidelberg zusammen mit einer Arbeitsgruppe deutscher Experten erarbeitet wurde, liefert einen detaillierteren Katalog von Aufgaben, die der rechnerunterstützte Teil eines KIS unterstützen sollte [Haux 01]. Die Ausführungen in Abschn. 10.4 basieren auf diesem Katalog;
- *Aufgabenkatalog*: Bereits in den 1980er Jahren entwickelte das niederländische Dutch National Hospital Institute einen Katalog von Aufgaben, in dem für jede Aufgabe neben der allgemeinen Beschreibung auch der Informationsbedarf festgehalten wird. Daher lässt sich dieses Referenzmodell sehr gut mit Hilfe der fachlichen Ebene des 3-Ebenen-Meta-Modells modellieren;
- *Aufgaben-Quartett*: Die aus dem Anfang der 1990er Jahre stammende „Common Basic Specification“ des britischen National Health Service (NHS) ist ein KIS-Referenzmodell, das im Sinne einer Spezifikation angewendet werden soll und für die Einrichtungen des NHS eine gewisse Verbindlichkeit besitzt. Das Referenzmodell beschreibt einerseits Aufgaben der jeweiligen Einrichtung, die vom rechnerunterstützten Teil des Informationssystems zu unterstützen sind. Alle Aufgaben werden dabei im Rahmen des Aufgaben-Quartetts *enable – plan – do – execute* beschrieben. Andererseits enthält das Referenzmodell durch ein Datenmodell zusätzlich Vorgaben für die Objekttypen, die in Krankenhäusern üblicherweise bearbeitet werden;
- *Order/Act-Modell*: Im Rahmen des europäischen Projektes Réseau d'Information et de Communication Hospitalier Européen (RICHE) wurde zur Beschreibung von Aktivitäten im Krankenhaus als Referenzmodell das Order/Act-Modell erarbeitet. Aktivitäten gehören demnach zu einem Ablauf, in dem ein Auftraggeber (z. B. Arzt) eine Maßnahme anfordert (*order*), diese Anforderung einem Leistungserbringer (z. B. Schwester) mitteilt, der Leistungserbringer die Leistung erbringt (*act*) und das Ergebnis dem Auftraggeber übermittelt.

Software-Referenzmodell. Softwarehersteller 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 zugrunde liegende Datenbankschema, die einstellbaren Parameter und die Vorgehensweise bei der Festlegung der Parameter. Die Dokumentation stellt damit ein Modell der angebotenen Software dar.

Referenzmodelle, die über die klassische Dokumentation hinausgehen und durch angekoppelte Vorgehensmodelle und Werkzeuge bei der Konstruktion installationsspezifischer Modelle effektiv unterstützen, finden sich für das KIS-Management derzeit nur bei Softwareprodukten für die administrative Informationsverarbeitung. Beispiele hierfür sind Software-Referenzmodelle für Produkte der Firmen SAP, BAAN und ORACLE. Problematisch ist in diesem Zusammenhang, dass zuweilen der falsche Eindruck erweckt wird, es handle sich bei diesen Modellen um Informationssystem- bzw. KIS-Referenzmodelle.

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

der Konstruktion von Pflichtenheften – die wiederum als Modelle von Informationssystemen aufgefasst werden können – verwendet.

Vorgehens-Referenzmodell. Man kann Vorgehens-Referenzmodelle auch als Methoden auffassen. Von besonderem Interesse im Rahmen des KIS-Managements sind Methoden für die Durchführung von Projekten, die 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 ist in Abschn. 10.7.2 dargestellt.

10.4 Aufgaben eines Krankenhauses

Auf der fachlichen Ebene werden die Aufgaben des Krankenhauses dargestellt, deren Erledigung das KIS unterstützt (vgl. Abschn. 10.2). Krankenhäuser dienen der Behandlung und Pflege von Patienten. Der typische Behandlungsablauf beinhaltet dabei die primären Aufgaben (z. B. Aufnahme des Patienten, Diagnostik, Planung der Behandlung, Therapie, Entlassung, ggf. mit Überleitung in eine weiterbehandelnde Einrichtung). Diese primären Aufgaben in der Patientenversorgung werden begleitet und unterstützt von Aufgaben (z. B. Abrechnung, Ver- und Entsorgung, Organisation der Archivierung), die nicht unmittelbar mit dem Patienten zu tun haben, aber notwendige Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für seine optimale Versorgung darstellen.

10.4.1 Primäre Aufgaben

Patientenaufnahme. Ziel der Aufnahme ist die Aufzeichnung und das Verfügbarmachen zentraler behandlungs- und verwaltungsrelevanter Daten eines Patienten sowie seine eindeutige Identifizierung mit Zuordnung einer eindeutigen Patienten- und Fallidentifikation. Teilaufgaben sind:

- *Vormerkung und Einbestellung von Patienten:* Das Krankenhaus muss in der Lage sein, bei Bedarf Termine für Aufnahmen zu vergeben und Patienten ggf. einbestellen zu können. Gleichzeitig muss eine unvorhergesehene Aufnahme (z. B. bei Notfällen) möglich sein;
- *Identifikation und Prüfung auf Wiederkehrer:* Jedem Patienten wird eine eindeutige Patientenidentifikationsnummer (PIN) zugeordnet. Diese sollte semantikfrei und unveränderbar sein. Sie ist Voraussetzung für eine patientenorientierte Zusammenführung aller im Verlauf der Behandlung entstehenden Informationen. Voraussetzung für eine Vergabe der PIN ist eine eindeutige Identifikation des Patienten (üblicherweise anhand seiner Stammdaten). War der Patient bereits früher im Krankenhaus, muss er als Wiederkehrer identifiziert werden können, und die früheren Informationen müssen verfügbar gemacht werden (z. B. frühere Diagnosen und Operationen). Ist ein Patient kein Wiederkehrer, muss eine neue PIN zugeordnet werden. Weiterhin muss das Krankenhaus einzelne Fälle eines Patienten unterscheiden können, daher wird je Fall eine eindeutige Fallidentifikationsnummer vergeben;
- *Administrative Aufnahme:* Nach der Identifikation erfolgt die weitere administrative Aufnahme. Hierzu gehört z. B. das Festhalten des Kostenübernehmers, der Aufnahmeart, der Wahl- und Regelleistungen, der Angehörigen, und des Einweisers. Der Patient wird außerdem einer Station und einem Bett zugeordnet. Die hier erhobenen

verwaltungsrelevanten Daten des Patienten müssen für alle weiteren Aufgaben zur Verfügung stehen (z. B. in Form von Organisationsmitteln wie Etiketten). Die vom einweisenden Arzt ggf. übermittelten Informationen (z. B. bisherige Befunde und Bilder) werden an den zuständigen Arzt weitergeleitet. Die Aufnahme erfolgt ggf. auch direkt auf Station (z. B. bei Notfällen);

- *Ärztliche und pflegerische Aufnahme:* Der zuständige Arzt bzw. die Pflegekraft übernehmen anschließend die ärztliche und pflegerische Aufnahme. Sie besteht im Wesentlichen aus der ärztlichen bzw. pflegerischen Anamnese (Informationssammlung). Die hier erhobenen zentralen behandlungsrelevanten Daten des Patienten müssen für alle weiteren Aufgaben zur Verfügung gestellt werden;
- *Auskunftsdienste:* Das Krankenhaus muss jederzeit einen Überblick über die aktuelle Belegung, also über die gerade behandelten Patienten haben. Dies ist z. B. für den Empfang relevant, der die Angehörigen und Besucher informiert.

Behandlungsplanung. Ziel ist die Entscheidung über die durchzuführenden ärztlichen und pflegerischen Maßnahmen sowie ihre sinnvolle und effiziente Planung. Im Gegensatz z. B. zur Aufnahme ist die Behandlungsplanung eine ständige Aufgabe, die durch das Vorliegen neuer Informationen initiiert wird. Teilaufgaben sind im Einzelnen:

- *Präsentation von Informationen und Wissen:* Hierzu muss das Krankenhaus zunächst seinen Mitarbeitern die für sie relevanten patientenbezogenen Informationen, ergänzt um unterstützendes ärztliches und pflegerisches Wissen (z. B. Leitlinien, Standards) zur Verfügung stellen;
- *Entscheidungsfindung und Aufklärung:* Die verantwortlichen Mitarbeiter müssen über das weitere Vorgehen entscheiden. Je nach Komplexität der Entscheidung sollte neben Standard-Untersuchungen (z. B. Röntgen, Ultraschall) auch die Möglichkeit bestehen, zur Unterstützung der Entscheidungsfindung externe Experten (z. B. in Spezialkliniken) zum Einholen einer Zweitmeinung zu konsultieren (z. B. Klärung der Transportfähigkeit bei Schädel-Hirn-Traumata durch Übermittlung von CT- und MR-Bildern). In diesem Zusammenhang spielt auch die Möglichkeit von (Tele-)Konferenzen zwischen Experten eine wichtige Rolle (vgl. Kap. 12.3, S. 575). Getroffene Entscheidungen müssen festgehalten werden. Der Patient ist umfassend aufzuklären und seine Einwilligung ist festzuhalten;
- *Erstellung des Behandlungsplanes:* Das weitere Vorgehen ist konkret zu planen, d. h. die therapeutischen Maßnahmen (z. B. Operation, Bestrahlung) sind nach Art, Umfang, Dauer und Verantwortlichkeiten festzulegen. Je nach Art der Maßnahme wird die Ausführung über eine Anordnung an eine andere Berufsgruppe übertragen (z. B. ärztliche Anordnungen, die von einer Pflegekraft oder einem Co-Therapeuten ausgeführt wird). Im pflegerischen Bereich spiegelt die Pflegeplanung die pflegerische Behandlungsplanung wider.

Leistungskommunikation. Diagnostische und therapeutische Maßnahmen müssen üblicherweise bei spezialisierten Leistungsstellen (z. B. Labor, Röntgen, OP-Bereich) angefordert werden (Leistungsanforderung). Diese melden den Befund an den Anforderer zurück (Befundrückmeldung). Der gesamte Prozess wird als Leistungskommunikation bezeichnet. Teilaufgaben sind:

- *Anforderungsvorbereitung:* Aus den verfügbaren Leistungsangeboten (Leistungskataloge) sucht der Anforderer die passende Leistung aus. Relevante Patienten- und Falldaten sowie die aktuelle (Verdachts-)Diagnose, die konkrete Fragestellung, die angeforderte Leistung (z. B. Labor, Krankengymnastik, Röntgen) und weitere Bemer-

kungen (z. B. Risikofaktoren) werden ebenfalls angegeben. Die Anforderung darf nur von autorisierten Personen initiiert werden;

- *Terminvereinbarung*: Oft sind Terminvereinbarungen mit den Leistungsstellen notwendig (z. B. Röntgenuntersuchungen, ambulante Kontakte). Bei den Terminvereinbarungen muss geklärt werden, wie die Wünsche der Beteiligten (Leistungsanforderer, Leistungserbringer, Patient, Transportdienst) abgeglichen werden können;
- *Probenentnahme*: Je nach Art der Leistungsanforderung (z. B. Blutbild, Histologie) müssen Proben (z. B. Blut, Gewebe) übermittelt werden können und dabei immer eindeutig einem Patienten zuzuordnen sein;
- *Anforderungsübermittlung*: Die Anforderung muss vollständig und möglichst zügig an die zuständige Leistungsstelle geleitet werden können. Falls ein Probenbehältnis mitgegeben wird, ist sicherzustellen, dass die Anforderung und die Probe beim Leistungserbringer korrekt einander zugeordnet werden. Falls notwendig und noch möglich, sollten bereits übermittelte Anforderungen auch noch nachträglich modifiziert werden können;
- *Befundrückmeldung*: Die Befunde und Ergebnisberichte müssen nach Erbringung der Leistung möglichst zeitnah an den Auftraggeber übermittelt und dem korrekten Patienten zugeordnet werden. Der verantwortliche Arzt wird über neue Befunde informiert, wobei kritische Befunde besonders hervorgehoben werden.

Durchführung von Maßnahmen. Die geplanten diagnostischen, therapeutischen und pflegerischen Maßnahmen (z. B. Operationen, Bestrahlungen, Röntgenuntersuchungen, Prophylaxen, Medikation) werden durchgeführt. Hierzu muss das Krankenhaus entsprechende räumliche und technische Kapazitäten sowie ausgebildetes Personal zur Verfügung haben (vgl. Arbeitsorganisation und Ressourcenplanung in Abschn. 10.4.2). Wichtig ist, dass Änderungen an der Behandlungsplanung (z. B. durch neue Befunde) umgehend an die durchführenden Stellen gemeldet und dort direkt umgesetzt werden können (z. B. Änderung eines Bestrahlungsplanes oder einer Medikation).

Klinische Dokumentation. Ziel der klinischen Dokumentation ist die vollständige, korrekte und zeitnahe Aufzeichnung aller klinisch relevanten Patientendaten (z. B. Vitalparameter, Anforderungen, Befunde, Entscheidungen, Termine). Dies unterstützt die Koordination der Behandlung zwischen allen Beteiligten und ermöglicht die Begründung der durchgeführten Maßnahmen. Daten sollten dabei möglichst strukturiert aufgezeichnet werden. Wichtig ist, dass alle Daten, auch wenn sie an verschiedenen Stellen (z. B. Station, Funktionsbereich, Ambulanz) anfallen, zu einem Gesamtbild des Patienten zusammengefasst werden können. Dies geschieht unter Verwendung der Patienten- und Fallidentifikationsnummer.

Das Krankenhaus hat gesetzliche Meldepflichten (z. B. Seuchenregister) und Dokumentationspflichten (z. B. bei Strahlentherapien) zu erfüllen. Hierzu müssen Daten ggf. adäquat codiert werden können (z. B. Diagnoseverschlüsselung nach ICD-10). Die Inhalte der Dokumentation hängen von der dokumentierenden Einrichtung bzw. der dokumentierenden Berufsgruppe ab (z. B. OP-Dokumentation, Dokumentation in Ambulanzen, Pflegedokumentation).

Informationen aus der klinischen Dokumentation sollen auch für die Abrechnung (z. B. Validierung von Abrechnungsvarianten), für das Controlling (z. B. Überprüfung der Wirtschaftlichkeit von erbrachten Leistungen), für die Qualitätssicherung sowie für Forschung und Lehre zur Verfügung stehen (vgl. Abschn. 10.4.2):

- Die *pflegerische Dokumentation* enthält üblicherweise die Dokumentation des gesamten Pflegeprozesses, also der Pflegeanamnese, der Pflegeplanung, der Pflegeziele, der geplanten und durchgeführten Maßnahmen sowie der Evaluation der Maßnahmen und ggf. der Pflegestufe des Patienten;
- Die *ärztliche Dokumentation* umfasst Daten wie Anamnese, Diagnosen, Therapien und Befunde, Fach- und Spezialdokumentationen (z. B. OP-Dokumentation, Intensivdokumentation) sowie Anordnungen an andere Berufsgruppen.

Entlassung und Weiterleitung des Patienten. Nach Abschluss der Behandlung wird der Patient entlassen. Zur ärztlichen und pflegerischen Entlassung gehört der Abschluss der Dokumentation sowie das Erstellen eines Abschlussberichtes (Arztbriefschreibung). Das Krankenhaus muss für die Weiterbehandlung benötigte Informationen möglichst zeitnah an die weiterbehandelnde Einrichtung übermitteln. Hierzu gehören Befunde oder Bilder und insbesondere die Übermittlung des Arztbriefes. Der behandelnde Krankenhausarzt wird je nach Dringlichkeit auch vorab eine Kurzzinformation an den weiterbehandelnden Arzt übermitteln (insbesondere die aktuellen Diagnosen und Vorschläge zur Weiterbehandlung). Zur administrativen Entlassung gehört das Anstoßen der endgültigen Abrechnung mit den Kostenträgern sowie ggf. die Erfüllung gesetzlicher Berichtspflichten.

10.4.2 Unterstützende Aufgaben

Die bis hierher dargestellten Hauptaufgaben des Krankenhauses werden ergänzt durch zahlreiche unterstützende Aufgaben, die für die Erfüllung der primären Aufgaben notwendig sind.

Leistungsdokumentation. Das Krankenhaus muss in der Lage sein, die konkret erbrachten Leistungen vor dem Hintergrund des bestehenden Finanzierungssystems korrekt, umfassend, zeitnah und fallbezogen zu dokumentieren und abzurechnen. Die entstehende Datenbasis dient neben Abrechnungszwecken auch dem Controlling, der internen Leistungsverrechnung zwischen den verschiedenen Einrichtungen des Krankenhauses, der internen Budgetierung, der Kostenträgerrechnung (also der Darstellung der entstandenen Kosten z. B. je Patient) sowie sonstigen betriebswirtschaftlichen Analysen. Darüber hinaus sind zahlreiche gesetzliche Berichtspflichten (z. B. § 301 SGBV) zu erfüllen, üblicherweise innerhalb einer bestimmten Frist.

Die Leistungsdokumentation ist daher mit der klinischen Dokumentation (vgl. Abschn. 10.4.1) stark verknüpft. Für die Leistungsdokumentation werden Diagnosen und Maßnahmen meist standardisiert aufgezeichnet und dann patientenübergreifend ausgewertet. Optimal ist es, wenn sich die Leistungsdokumentation möglichst einfach aus der klinischen Dokumentation ableiten lässt. Für die Leistungsdokumentation sind adäquate Leistungskataloge zu hinterlegen und regelmäßig zu pflegen. Bei der Abrechnung sind ggf. vorhandene Abrechnungsvarianten zu berücksichtigen.

Führen der Patientenakte. Relevante Daten und Dokumente zu den Patienten müssen erstellt, gesammelt, präsentiert und so abgelegt werden, dass sie rasch und effizient auffindbar bleiben und damit während der Behandlung jederzeit zur Verfügung stehen. Diese Ablage geschieht üblicherweise in Patientenakten. Eine Reihe von gesetzlichen Bestimmungen sind dabei zu beachten. Teilaufgaben sind:

- *Erstellung und Versand von Dokumenten:* Je nach Bedarf müssen auch möglichst effizient Dokumente (z. B. Arztbriefe) erstellt werden können. Dabei sollen möglichst

vorhandene Informationen wiederverwendet werden können. Alle Dokumente müssen eindeutig mit Ersteller und Zeitpunkt der Erstellung versehen sein;

- *Nutzung von Spezialdokumentation und Registern:* Der Aufbau strukturierter Spezialdokumentationen und klinischer Register (z. B. für Qualitätsmanagement, Forschung, einzelne Fachbereiche) muss möglich sein. Die Übernahme vorhandener Daten aus der allgemeinen Dokumentation muss ebenso möglich sein wie patientenübergreifende Auswertungen;
- *Lesen und Auswerten von Patientenakten:* Alle Daten in der Patientenakte sollen möglichst einfach, zeitnah, umfassend und einheitlich zugreifbar sein. Hierfür ist eine möglichst einheitliche Gliederung der abgelegten Dokumente hilfreich. Aufgrund der besonderen Sensibilität gesundheitsbezogener Daten muss das Krankenhaus bei allen Zugriffen auf Daten oder Akten garantieren, dass die Anforderungen des Datenschutzes gewährleistet sind;
- *Archivierung von Patientenakten:* Die Patientenakten müssen nach Abschluss der Behandlung langfristig archiviert werden. Eine ordnungsgemäße Archivierung erleichtert dabei den Nachweis der Echtheit und Unverfälschtheit von Dokumenten, z. B. in Zivilprozessen. Es muss genügend Platz für das Archiv vorgehalten werden, wofür Umfang und Zahl der Akten sowie die gesetzlich geforderten Aufbewahrungszeiten berücksichtigt werden müssen. Dies gilt sowohl für konventionelle als auch für elektronische Archive;
- *Verwaltung und Bereitstellung von Patientenakten:* Die Akten sind so zu verwalten, dass ein Zugriff bei Bedarf innerhalb einer definierten Zeit gewährleistet werden kann. Voraussetzung ist, dass der Ort einer Akte jederzeit bekannt ist. Die Ausleihe und Rückgabe von Akten sind entsprechend zu organisieren. Sinnvoll ist ein definiertes Ablagesystem. Aktenanforderungen können nur unter Berücksichtigung der Zugriffsrechte durchgeführt werden.

Arbeitsorganisation und Ressourcenplanung. Das Krankenhaus muss ausreichende Ressourcen für die Patientenversorgung zur Verfügung stellen und diese auch möglichst effizient organisieren. Dies gilt für Ambulanzen (Ambulanzmanagement), Stationen (Stationsmanagement) und für alle Funktionsbereiche (Abteilungsmanagement). Zu den Teilaufgaben gehören:

- *Termin- und Ressourcenplanung:* Die Verwaltung von Ressourcen (z. B. Betten, Personal, Räume, Geräte) umfasst die Planung von Ressourcen (z. B. Bettenplanung, Personalplanung, Raumplanung, Geräteplanung) sowie die Abstimmung aller Planungen aufeinander. Bei der Terminplanung ist zu beachten, dass Leistungserbringer i. d. R. ihre Termine selbst vergeben, aber Leistungsanforderer hierauf Einfluss nehmen möchten. Reservierung, Bestätigung, Einbestellung und Verschiebung sollten unterstützt werden. Personal und Patienten müssen jederzeit umfassend über den Stand der sie betreffenden Planungen (z. B. Termine, Dienstzeiten) informiert sein. Planungsänderungen (z. B. Terminverschiebung, Raumänderung) müssen allen Betroffenen zügig mitgeteilt werden;
- *Material- und Medikamentenwirtschaft:* Die Versorgung mit und die Entsorgung von Materialien (z. B. Verbandsmaterial, Speisen, Medikamente) muss gewährleistet werden. Alle Einrichtungen des Krankenhauses müssen diese auf Basis aktueller Kataloge (z. B. Materialkataloge, Speisepläne) anfordern können, und die entsprechenden Versorgungseinrichtungen (z. B. Lager, Apotheke, Küche) müssen dann zeitnah liefern können;

- *Geräteverwaltung und -instandhaltung*: Im Krankenhaus werden zahlreiche medizintechnische Geräte eingesetzt. Diese müssen, auch unter Berücksichtigung gesetzlicher Bestimmung (z. B. MPG) inventarisiert und regelmäßig gewartet werden;
- *Bereitstellung von Arbeitshilfen und Organisationsmitteln*: Besondere Bedeutung hat die Unterstützung der Ablaufsteuerung z. B. in Ambulanzen und in den Funktionsbereichen. Der jeweilige Ablauf soll möglichst reibungslos und effizient sein. Dies kann z. B. durch das Anbieten von Arbeitslisten, durch Erinnerung an Termine und durch die Darstellung optimaler Abläufe erfolgen;
- *Betriebliche Kommunikation*: Das Krankenhaus muss zur Unterstützung der Arbeitsorganisation die Kommunikation zwischen allen an der Patientenversorgung beteiligten Personen und auch den Patienten ermöglichen. Hierzu gehört das Anbieten von synchronen (z. B. Telefon) oder asynchronen (z. B. Mitteilungsflächen, sog. schwarze Bretter, Broschüren, E-Mail) Kommunikationsmedien. Mitarbeiter müssen bei Bedarf zeitnah erreichbar sein.

Krankenhausadministration. Die Krankenhausadministration unterstützt die Organisation der Patientenversorgung und sichert das finanzielle Überleben des Krankenhauses. Eines der Hauptziele ist die Erfassung und Abrechnung aller extern abrechenbarer Leistungen. Weitere Teilaufgaben sind:

- *Kosten- und Leistungsrechnung*: Hier werden die Kosten den erbrachten Leistungen zugeordnet und dargestellt. Dies beinhaltet z. B. die Kostenarten-, Kostenstellen-, Kostenträger- und Prozesskostenrechnung;
- *Finanz- und Rechnungswesen*: Alle Geschäftsvorfälle, die mit betrieblichen Werten zusammenhängen (z. B. Kapitalbewegungen, Geldverkehr, Vermögen und Schulden), sind planmäßig und lückenlos aufzuzeichnen. Hierzu gehören die Haupt-, Debitoren- und Kreditorenbuchhaltung sowie die Anlagenbuchhaltung und die Vermögensverwaltung;
- *Personalwirtschaft*: Hierzu zählen alle Maßnahmen zur Gewinnung, Erhaltung und Steigerung der Leistungsfähigkeit des Personals. Dazu gehören die Personalstammdatenverwaltung, die Personal- und Stellenplanung, die Dienstplanung, die Planung von Fortbildungen und die Personalabrechnung;
- *Controlling*: Das Krankenhaus muss in der Lage sein, Daten über das Betriebsgeschehen zu sammeln und aggregiert darzustellen, umso die Wirtschaftlichkeit und Effizienz des Unternehmens sicherzustellen. Hierzu gehören Personal-, Leistungsprozess-, Material- und Finanz-Controlling. Die aggregierten Daten dienen der Steuerung und Optimierung der betrieblichen Abläufe;
- *Qualitätsmanagement*: Das Qualitätsmanagement sichert eine definierte Qualität aller Abläufe und Ergebnisse des Krankenhauses. Hierzu gehört auch das interne Berichtswesen, das qualitätsrelevante Kennzahlen (Indikatoren) des Krankenhausbetriebes präsentiert;
- *Krankenhausleitung*: Die Krankenhausleitung entscheidet bei Fragen, die von grundsätzlicher Bedeutung für das Krankenhaus sind (z. B. Unternehmensziele, strategische Entscheidungen, Personalentscheidungen, Entscheidungen über Strukturen, Budgets, Investitionen, fachliche Schwerpunkte). Die Krankenhausleitung hat auf die wirtschaftliche Betriebsführung und auf die Qualität der Behandlung zu achten. Je nach Rechtsform hat sie einen Jahreshaushalt zu erstellen bzw. zu beschließen. Wesentliche Beschlüsse sind von einem Aufsichtsgremium zu bestätigen, das je nach Rechtsform unterschiedlich konstruiert sein kann.

Kooperation in der Gesundheitsversorgungsregion. Das Krankenhaus ist ein Element des regionalen Systems der Gesundheitsversorgung. Zu diesem System gehören z. B. auch andere Krankenhäuser, niedergelassene (Fach-)Ärzte und Therapeuten, Laboratorien, ambulante Pflegedienste und Apotheken. Die Versorgung eines Patienten geschieht innerhalb dieses Systems i. d. R. als arbeitsteiliger Prozess. Ein einzelnes Krankenhaus übernimmt nur einen Teil der Aufgaben, die für die Versorgung eines Patienten erforderlich sind. Der Patient ist daher auf eine optimale Kooperation des Krankenhauses mit allen anderen in der jeweiligen Gesundheitsversorgungsregion an der Versorgung beteiligten Einrichtungen angewiesen. Exemplarisch sollen hier nur einige für diese Kooperation zu erledigende Teilaufgaben erwähnt werden:

- **Benachrichtigung:** Bei der Überweisung vom niedergelassenen Arzt zum Krankenhaus müssen vorhandene Befunde und Bilder, die für die Therapie- bzw. Diagnostikentscheidung im Krankenhaus wichtig sind, dem Krankenhaus zur Verfügung gestellt werden. Umgekehrt ist nach der Entlassung der behandelnde niedergelassene Arzt auf Befunde und Bilder aus dem Krankenhaus und auf den Arzt-/Entlassungsbrief mit Hinweisen zur Folgebehandlung angewiesen;
- **Telekonsultation:** Nicht jedes Krankenhaus verfügt über die fachliche Kompetenz, jedes Gesundheitsproblem jedes Patienten angemessen lösen zu können. Bei einem Krankenhaus der Regelversorgung wird man z. B. bei komplizierten Schädel- oder Hirnverletzungen auf den Rat eines Spezialisten in dem Kompetenzzentrum (z. B. Universitätsklinik für Neurochirurgie) angewiesen sein. Hierzu müssen Befunde und Bilder (z. B. Computer-, Magnetresonanztomographien) an ein Kompetenzzentrum transportierbar sein, um dort eine Zweitmeinung (*second opinion*) einzuholen. In dringenden Fällen kann dabei auch ein Transport per Bote zu langsam sein. Eine Telekonsultation ist aber auch denkbar mit einem Arzt des behandelnden Krankenhauses, wenn sich dieser zwar in Bereitschaft, nicht aber am Standort des Krankenhauses befindet;
- **Telekonferenz:** In vielen Fällen ist eine einfache Telekonsultation nicht ausreichend. Dann ist es erforderlich, dass in einer Konferenz ratsuchende und ratgebende Ärzte gemeinsam eine Problemlösung erarbeiten. Meist wird es sowohl aus Zeit- als auch aus Kostengründen nicht möglich sein, dass die beteiligten Personen sich körperlich zu einer solchen Konferenz zusammenfinden. Die für Telekonsultationen und -konferenzen eingesetzten Dienste sind in Kapitel 12.3.2 detailliert beschrieben;
- **Führen einer globalen Patientenakte:** Eine Kooperation des Krankenhauses mit den anderen Einrichtungen der Gesundheitsversorgungsregion kann dadurch effizient unterstützt werden, dass die Patientenakte nicht nur lokal, sondern bezogen auf die Region global geführt wird. Dies kann zunächst bedeuten, dass z. B. der niedergelassene Arzt die im Krankenhaus geführte Akte seines Patienten einsehen kann. Darüber hinaus könnte es sinnvoll sein, dass der Arzt auch Eintragungen vornehmen kann. Bei der Verwendung von Papierakten wird beides kaum realisierbar sein.

10.5 Architektur der logischen Werkzeugebene

Die Architektur der logischen Werkzeugebene eines KIS beschreibt, aus welchen Anwendungsbausteinen die logische Werkzeugebene besteht und wie diese zusammengefügt und integriert sind. Auch wenn in den vorangegangenen Abschnitten immer wieder

betont wurde, dass Informationssysteme von Krankenhäusern zu wesentlichen Teilen mit Hilfe konventioneller – d. h. nicht-rechnerunterstützter – Werkzeuge realisiert sind, werden wir uns auf die rechnerunterstützten Werkzeuge konzentrieren.

10.5.1 Rechnerunterstützte Anwendungsbausteine

Das KIS ist ein Subsystem des Krankenhauses. Daher ist auch die KIS-Architektur mit rechnerunterstützten Anwendungsbausteinen in hohem Maße durch die Organisationsstruktur des Krankenhauses geprägt. So lassen sich üblicherweise Anwendungsbausteine für die bereits genannten Aufgabenbereiche des Krankenhauses finden, von denen hier einige exemplarisch betrachtet werden.

Stationärer Bereich. Das therapeutische Team (z. B. Ärzte, Schwestern, Pfleger) auf den (Normal-)Pflegerstationen benötigt Anwendungsbausteine für seine Aufgaben (z. B. medizinische Dokumentation, Arztbriefschreibung, Leistungskommunikation, Stationsmanagement, Pflegeprozessunterstützung). Um gerade bei der Anwendung von evidenzbasierter Medizin den Zugang zu aktuellem medizinischen Wissen zu ermöglichen, sind auch Anwendungsbausteine mit Wissensbanken erforderlich (z. B. Therapieprotokolle und -standards, Literaturdatenbanken, elektronische Bücher und Zeitschriften). Die Computer, an denen das therapeutische Team die für die jeweiligen Aufgaben erforderlichen Anwendungsbausteine nutzen kann, werden auch als *klinische Arbeitsplatzsysteme* bezeichnet. Klinische Arbeitsplatzsysteme im stationären Bereich können verschiedene Anwendungsbausteine integrieren:

- *Klinische Dokumentation:* Aufgrund der bestehenden gesetzlichen Verpflichtung zur Dokumentation klassierter Diagnosen und Prozeduren setzen mittlerweile (fast) alle Krankenhäuser rechnerunterstützte Anwendungsbausteine zur Verschlüsselung von Diagnosen und Prozeduren ein. Die Einführung eines pauschalierten Entgeltsystems auf der Basis von Behandlungsfallgruppen (*diagnosis related groups*, DRG) ab dem Jahr 2003 wird den Umfang der erforderlichen Dokumentation ebenso weiter steigern lassen wie die damit verbundenen Anforderungen an entsprechende Dokumentationswerkzeuge. Verschiedene Unternehmen bieten spezielle Softwareprodukte an, die dem ärztlichen Personal bei der Dokumentation von Diagnosen und Prozeduren das Auffinden geeigneter Klassen und Schlüssel in den gesetzlich vorgeschriebenen Diagnosen- und Prozedurenkatalogen erleichtern. Eingesetzt werden hierbei Methoden der automatischen Begriffserkennung auch bei Klartexteingaben oder Kataloge von bereits verschlüsselten Begriffen des jeweiligen Fachgebietes (Thesaurus) bzw. der jeweiligen Einrichtung des Krankenhauses (Hauskatalog).

Sind die Anwendungsbausteine integriert mit solchen, die eine patientenbezogene medizinische Dokumentation der verschlüsselten Diagnosen und Prozeduren in einer medizinischen Datenbank ermöglichen, so ergeben sich Möglichkeiten der verbesserten Unterstützung durch die Wiederverwendbarkeit von Verschlüsselungen. Die verschlüsselte Aufnahmediagnose kann z. B. als Vorschlagswert für die Verlegungs- und diese als Vorschlagswert für die Entlassungsdiagnose verwendet werden. Es sollte sichergestellt werden, dass die verschlüsselten Diagnosen und Prozeduren nicht durch den Transport eines möglicherweise automatisch bedruckten Papiers, sondern durch eine rechnerunterstützte Kommunikation in die Anwendungsbausteine der Administration des Krankenhauses gelangen. Für die medizinische Dokumentation ist auch eine Unterstützung der Dokumentation von Befunden aller Art erforderlich;

- *Arztbriefschreibung*: Der Arztbrief ist die Visitenkarte eines Krankenhauses. In ihm wird der Verlauf der stationären Behandlung des Patienten zusammengefasst. Kommt der Patient erneut zur Behandlung in dasselbe Krankenhaus, geben die vorhandenen Arztbriefe einen aussagefähigen Überblick über die bisherigen Behandlungen und ihre Ergebnisse. Ein Anwendungsbaustein für die Arztbriefschreibung übernimmt daher sinnvollerweise die Daten der medizinischen Dokumentation, erlaubt eine ansprechende Gestaltung des Briefs durch ein Textverarbeitungssystem und speichert die Arztbriefe patientenbezogen ab. Solche Bausteine werden unmittelbar von den behandelnden Ärzten z.B. in den Arztzimmern genutzt. Oft werden die Arztbriefe zunächst in Sekretariaten geschrieben, in denen die bereits vorhandenen Daten der medizinischen Dokumentation mit den Angaben aus dem Diktat des Arztes kombiniert werden. Zur Unterstützung des Diktats bieten manche Hersteller die Möglichkeit der digitalen Speicherung des Diktats in der patientenbezogenen medizinischen Datenbank sowie des rechnerunterstützten Transports der Diktate vom Arzt zum Sekretariat;
- *Leistungsdokumentation*: Die Leistungskommunikation umfasst die Anforderung von diagnostischen Leistungen (z.B. klinische Chemie, Pathologie, Radiologie) und die Rückübermittlung der entsprechenden Untersuchungsergebnisse (z.B. Befunde). In einem entsprechenden Anwendungsbaustein müssen aus allen diagnostischen Leistungsstellen, an die Aufträge übermittelt werden sollen, die jeweils aktuell gültigen Kataloge der angebotenen Leistungsarten verfügbar sein. Andererseits müssen die Befunde in die medizinische Dokumentation eingefügt werden können. Anwendungsbausteine für die Leistungskommunikation können zum einen von den diagnostischen Funktionsbereichen z.B. auf einem Intranet-Server angeboten werden. In einem solchen Fall ist insbesondere das Problem der Aktualisierung der Leistungskataloge leicht zu lösen. Zum anderen können solche Anwendungsbausteine auch „nahe“ bei der medizinischen Datenbank etabliert werden. Dies erleichtert die Integration der Befunde in die medizinische Dokumentation. Ein Anwendungsbaustein für die Leistungskommunikation sollte neben dem Anfordern diagnostischer Leistungen auch die Anforderung von Medikamenten, von Artikeln des medizinischen Bedarfs, von Transportdiensten und von Reparatur- und Wartungsdiensten unterstützen. In jedem Fall sollten die entsprechenden Anwendungsbausteine gut miteinander abgestimmt sein;
- *Stationsmanagement*: Hier steht die Zuweisung der Patienten zu den Betten und Zimmern im Vordergrund. Entsprechende Anwendungsbausteine erhalten von einem Anwendungsbaustein für die Patientenverwaltung Daten über die Aufnahme von Patienten oder ermöglichen dem Pflegepersonal die Durchführung des Aufnahmeprozesses auf der Station. Auf der Basis einer Stationsübersicht kann die Schwester dem aufgenommenen Patienten ein Bett zuordnen. Verlegungen und Entlassungen können ebenfalls dokumentiert werden. Zur Erfüllung aller Dokumentationspflichten ist es unerlässlich, diesen Baustein unmittelbar mit dem Baustein für die medizinische Dokumentation zu koppeln, da die Dokumentationspflichten i. d. R. an die administrativen Ereignisse der Aufnahme, Verlegung und Entlassung gebunden sind;
- *Pflegeprozessunterstützung*: Für die Unterstützung des Pflegeprozesses werden Anwendungsbausteine eingesetzt, die von der Pflegeanamnese beginnend die Planung und schließlich die Dokumentation der erforderlichen bzw. durchgeführten Pflegemaßnahmen unterstützen. Voraussetzung ist die Möglichkeit der Definition von Pflegestandards und die möglichst komfortable Ableitbarkeit der Pflegepläne aus den

Pflegestandards. Im Vorgriff auf die Diskussion der physischen Werkzeugebene (vgl. Abschn. 10.6) kann bereits hier festgehalten werden, dass eine vollständige rechnerunterstützte Pflegedokumentation nur mit Hilfe mobiler Computer möglich ist.

Beispiel: Abb. 10.6 zeigt vereinfacht die Anwendungsbausteine des stationären Bereichs im KIS eines fiktiven Krankenhauses. Die Integration der Anwendungsbausteine, die mit patientenbezogenen Daten arbeiten, wird hier durch eine medizinische Datenbank realisiert, auf die alle Anwendungsbausteine des stationären Bereichs zugreifen.

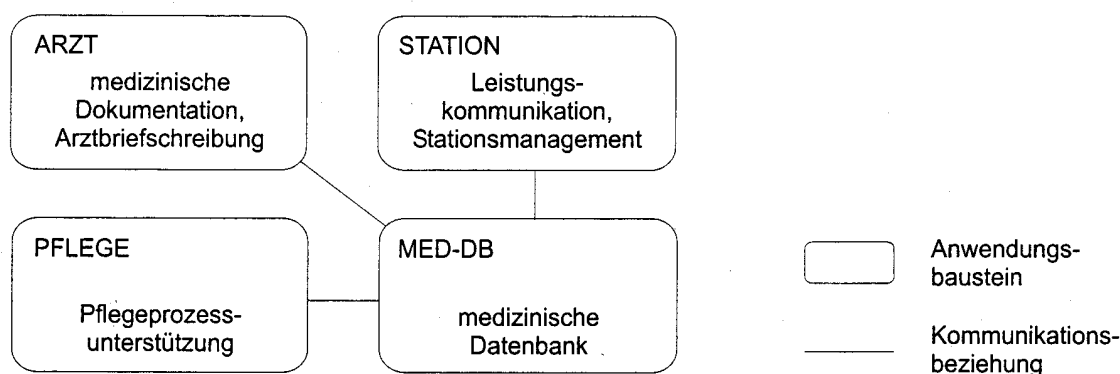


Abb. 10.6: Anwendungsbausteine des stationären Bereichs

Ambulanter Bereich. Die ambulante Versorgung eines Patienten erfolgt im Rahmen eines oder mehrerer (im Vergleich zum stationären Aufenthalt) kurzen Besuche in einer ambulanten Einrichtung des Krankenhauses. In den meisten Fällen stehen diese Besuche in inhaltlichem Zusammenhang mit vorangegangenen oder kommenden stationären Aufenthalten in demselben Haus. Ein Anwendungsbaustein für den ambulanten Bereich hat daher ähnliche Aufgaben zu unterstützen, wie solche in den Praxen niedergelassener (Fach-)Ärzte (z. B. Terminverwaltung, Wiedereinbestellung, Rezeptdruck, Abrechnung, medizinische Dokumentation). Hierfür ist ein spezialisierter Anwendungsbaustein erforderlich (Abb. 10.7).

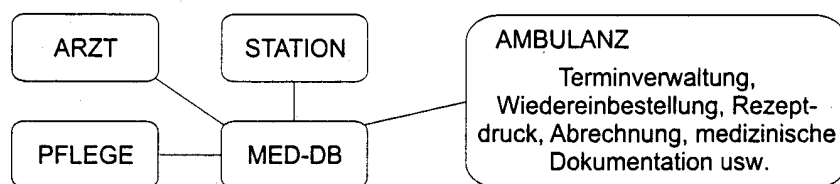


Abb. 10.7: Anwendungsbausteine für die Ambulanz und deren Integration in den stationären Bereich

Es läge nahe, für die ambulanten Bereiche des Krankenhauses Softwareprodukte einzusetzen, die erfolgreich bei niedergelassenen Ärzten eingesetzt werden. Solche Produkte sind dadurch besonders attraktiv, dass sie durch spezielle Facharztmodule die besondere Dokumentationsanforderung einzelner Fachgebiete (z. B. mit graphischen Werkzeugen zur Darstellung des Augenhintergrunds in der Augenheilkunde) wirkungsvoll unterstützen. Außerdem verfügen sie über auch von Kassenärztlichen Vereinigungen zugelassene Abrechnungsprogramme für erbrachte Leistungen und sind durch ihre weite Verbreitung in den Praxen vergleichsweise kostengünstig. Problematisch ist allerdings, dass sich Anwendungsbausteine meist gar nicht oder nur ansatzweise so mit den Anwendungsbausteinen des stationären Bereichs integrieren lassen, damit die erwähnte Kooperation

von ambulanter und stationärer Behandlung wirkungsvoll unterstützt werden kann. Gibt man der Unterstützung dieses Zusammenwirkens Priorität, wird man i. d. R. darauf angewiesen sein, Produkte von Herstellern einzusetzen, die Erfahrung im KIS-Umfeld haben oder von denen man auch Produkte für den stationären Bereich einsetzt. Mögliche Einbußen in der Funktionalität wären dann gegen die bessere Integration abzuwägen.

Diagnostischer Funktionsbereich: Radiologie. In der diagnostischen Radiologie eines Krankenhauses werden ambulante und stationäre Patienten untersucht. Die jeweilige Station bzw. Ambulanz oder ein therapeutischer Funktionsbereich (Einweiser) erteilt einen Untersuchungsauftrag und vereinbart mit der radiologischen Abteilung einen Untersuchungstermin für den Patienten. Bislang werden radiologische Untersuchungen noch häufig mit Röntgenfilm, d. h. unter Verwendung einer analogen Technik durchgeführt. Künftig wird jedoch eine hohe Qualität radiologischer Diagnostik und gleichzeitige Reduktion der Strahlenbelastung der Patienten und der Untersuchungskosten nur durch den zunehmenden Einsatz digitaler bildgebender Verfahren verbunden mit der damit möglichen Bildverarbeitung gesichert werden können (vgl. Kap. 8, S. 339). Auf der Basis des erzeugten Bildes wird von dem radiologischen Facharzt ein Befund in Form eines Textes erzeugt, der ggf. zusammen mit dem Bild die Basis für weitere diagnostische und therapeutische Entscheidungen des behandelnden Arztes ist. Ein Bild ohne Befund darf vom Radiologen nicht an den behandelnden Arzt weitergegeben werden. Eine Einrichtung für die diagnostische Radiologie benötigt daher Anwendungsbausteine vor allem zur Unterstützung des Abteilungsmanagements inkl. der Befunderstellung sowie der Bildspeicherung und -kommunikation:

- *Management:* Anwendungsbausteine für das Management radiologischer Abteilungen werden häufig als Radiologieinformationssysteme (RIS) bezeichnet. In diesem Kontext wird auch von der KIS/RIS-Schnittstelle, also der Schnittstelle zwischen Radiologie- und Krankenhausinformationssystem gesprochen. Wir wollen jedoch dabei bleiben, dass auch das RIS ein integraler Bestandteil des KIS ist. Das RIS dient der Verwaltung und Planung der Untersuchungstermine, der Organisation des Untersuchungsablaufs einschließlich der Bereitstellung des jeweils erforderlichen Personals (Workflow-Management), der Bereitstellung der Daten des Patienten und der geforderten Untersuchungsparameter an den Modalitäten und der Erstellung der Befunde. Die für ein RIS erforderlichen Softwareprodukte werden am Markt von mehreren dafür spezialisierten Herstellern angeboten;
- *Konventionelle Bildspeicherung:* Bilder, die in analoger Technik entstanden sind, werden als Film aufbewahrt, d. h. gespeichert. Zur Verwaltung der entsprechenden Röntgenarchive setzt man rechnerunterstützte Archivverwaltungssysteme ein, die dem Nachweis des Aktenstandorts und dem Ausleihwesen dienen. Die Bilder werden bei Bedarf dem Einweiser, d. h. dem Auftraggeber der Röntgenuntersuchung zur Verfügung gestellt (konventionelle Bildkommunikation). Hierzu müssen u. U. auch Kopien angefertigt werden;
- *Digitale Bildspeicherung:* Die Speicherung digitaler Bilder erfolgt ebenso wie ihre Befundung mit Hilfe eines Bildspeicher- und Kommunikationssystems (*picture archiving and communication system, PACS*):
 - Auf der *physischen Werkzeugebene* sind Medien mit großer Kapazität erforderlich. Z. B. ist in einem Universitätsklinikum von mehreren Terabyte pro Jahr auszugehen (vgl. Kap. 8.3.1, S. 359). Die Langzeitspeicherung erfolgt zweistufig. Die Bilder der letzten sechs bis zwölf Monate werden in einem Plattenspeicher mit RAID-Technik (siehe Unterabschnitt 10.6.2) gespeichert. Ältere Bilder werden in einem

Langzeitarchiv gespeichert, bei dem z. B. Bandspeichergeräte oder digital-optische Medien (z. B. WORM, DVD) eingesetzt werden. Von dem RAID-Plattenspeicher können die dort gespeicherten Bilder bei Bedarf in wenigen Sekunden zu den Befundungsrechnern transportiert werden (*image on demand*), wenn das verfügbare Kommunikationsnetz hierzu ausreichend leistungsfähig ist. Ein Beladen des Befundungsrechners „auf Vorrat“ (*pre-fetching*) ist bei einem modernen PACS kaum noch erforderlich. Wenn die Bilder aus dem Langzeitarchiv erneut in den RAID-Plattenspeicher geladen werden müssen, ist mit längeren Ladezeiten zu rechnen. Bei Bedarf kann durch ereignisgesteuertes Pre-fetching (z. B. in Abhängigkeit der (Wieder-)Aufnahme eines Patienten) die Wartezeit für den Arzt verringert werden;

- Auf der *logischen Werkzeugebene* gliedert sich ein PACS in mehrere Anwendungsbausteine (Abb. 10.8):
 - * Ein Anwendungsbaustein ist für die dauerhafte Speicherung der Bilder zuständig (z. B. „PACS-DB“ in Abb. 10.8);
 - * Der Baustein für die Bilddarstellung am Befundungsarbeitsplatz des Radiologen (z. B. „PACS-BEFUND“ in Abb. 10.8) muss die Bilder in diagnostischer Qualität, d. h. u. a. mit hoher Ortsauflösung und hohem Kontrast, und in hoher Geschwindigkeit bereitstellen. Er unterstützt den Radiologen bei der Auswahl und Zusammenstellung der für die Befundung bzw. eine klinische Konferenz erforderlichen Bilder und ermöglicht die Bildbe- und -verarbeitung;
 - * Für die Verteilung der Bilder an die Einweiser werden geringere Anforderungen an Qualität und Übermittlungsgeschwindigkeit gestellt, da die Bilder bereits durch den Radiologen befundet sind und dem klinisch tätigen Arzt zusammen mit dem Befundtext zur Verfügung gestellt werden. Die Bildverteilung erfolgt i. d. R. unter Verwendung des Hypertext-Transferprotokolls (HTTP) und ermöglicht den Zugriff auf die befundeten Bilder mit einem herkömmlichen Internet-Browser (z. B. mit „PACS-VERTEIL“ in Abb. 10.8). Bei entsprechendem Anschluss an das Internet ist es auf diesem Weg auch leicht möglich, z. B. einem niedergelassenen Arzt den Zugriff auf die Bilder aus der diagnostischen Radiologie des Krankenhauses zu ermöglichen (vgl. Abschn. 10.5.10);
 - * Die Anwendungsbausteine, mit denen die digitalen Modalitäten gesteuert werden, liefern die erzeugten Bilder über entsprechende Kommunikationsbeziehungen an den Bildspeicher (z. B. „MOD *n*“ in Abb. 10.8).

Die erforderlichen Softwareprodukte für die PACS-Anwendungsbausteine (Abb. 10.8) können von unterschiedlichen Herstellern bezogen werden, wenn die Kommunikationsbeziehungen vollständig auf dem DICOM-Kommunikationsstandard (vgl. Abschn. 10.5.6) basieren. Aber selbst dann, wenn die komplette Software von demselben Hersteller bezogen wird, sollte aus Gründen der Datenintegrität (vgl. Abschn. 10.5.3) auf die konsequente Anwendung von DICOM nicht verzichtet werden;

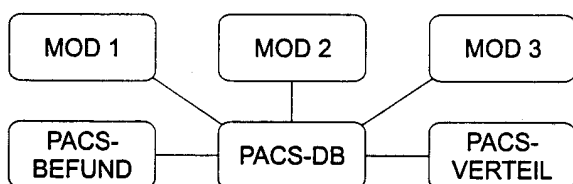


Abb. 10.8: Anwendungsbausteine für ein Picture Archiving and Communication System

- **Bildbefundung:** Für die Befundung medizinischer Bilder sind hochauflösende Monitore und besonders leistungsfähige Arbeitsplatzrechner (Befundungsrechner) erforderlich, während für die Betrachtung der durch Bildverteilung bereitgestellten Bilder in der Regel ein Standard-Arbeitsplatzrechner ausreicht. In dem Befundungsrechner am Arbeitsplatz des Radiologen werden die bereitgestellten Bilder nur vorübergehend für die Dauer der Vorbereitung und Durchführung der Befundung gespeichert.

Schon die geschilderte Funktionalität der Anwendungsbausteine, aber erst recht die geforderte Einheit von Bild und Befund erfordern eine enge Kopplung des gesamten PACS mit dem RIS. Die Verwendung von DICOM ist auch für die Kommunikation des gesamten PACS mit dem RIS zu empfehlen. DICOM ist unbedingt erforderlich, wenn unterschiedliche Hersteller für RIS und PACS verantwortlich sind. Darüber hinaus ist die Kopplung beider Bausteine mit den Bausteinen für die Leistungskommunikation im stationären und ambulanten Bereich, aber auch in den therapeutischen Funktionsbereichen (z. B. Operationssaal) erforderlich. Hier kommt Health Level 7 (HL7) als Kommunikationsstandard zum Einsatz (vgl. Abschn. 10.5.6). So können Bild und Befund rasch in diesen Bereichen zur Verfügung gestellt werden.

Diagnostischer Funktionsbereich: Labor. Da bei Laboruntersuchungen der Patient nicht anwesend sein muss, sondern eine Probe (z. B. Gewebe, Körperflüssigkeit) ausreicht, ist eine Terminvereinbarung nicht erforderlich. Je nach Aufgabengebiet eines Labors können die Untersuchungsmethoden von chemischen Analysemethoden (z. B. Blutwerte) bis zu mikroskopischen Methoden mit Bildverarbeitung reichen. Für die chemischen Analysemethoden stehen i. d. R. Analyseautomaten zur Verfügung. Zur Ermittlung aller geforderten Analyseergebnisse wird eine Probe möglicherweise unterschiedlichen Analyseautomaten zugeleitet. Dies erfolgt in Abhängigkeit von dem Untersuchungsauftrag weitgehend automatisch. Die Laboratorien sind zu einer umfassenden Qualitätssicherung verpflichtet. Hierzu gehört zum einen, dass die Analyseautomaten regelmäßig auf Messgenauigkeit überprüft werden müssen. Zum anderen muss ein Laborarzt bei jedem Auftrag alle im Befund zusammengefassten Analyseergebnisse für sich genommen, aber auch in ihrem Zusammenhang mit vorangegangenen Analysen auf Plausibilität überprüfen (validieren).

Anwendungsbausteine für diese Aufgaben werden häufig als *Laborinformationssysteme* (LIS) bezeichnet. Wie das RIS, so ist auch das LIS integraler Teil des jeweiligen KIS. Ein LIS muss dazu in der Lage sein, den Ablauf der Analyse einer Probe zu steuern und hierzu u. a. die Analyseautomaten mit den Daten zum Untersuchungsauftrag zu versorgen und die Resultate von den Automaten entgegenzunehmen. Ferner muss das LIS die Befunderstellung, Validierung und andere Qualitätssicherungsmaßnahmen unterstützen. Auch für hierzu erforderliche Softwareprodukte gibt es am Markt eine Reihe spezialisierter Hersteller, die jedoch weitgehend unabhängig von den Herstellern der Analyseautomaten sind. Im Hinblick auf die Integration mit anderen Anwendungsbausteinen insbesondere im stationären und ambulanten Bereich ist wie beim RIS eine enge Kopplung mit dem Anwendungsbaustein für die Leistungskommunikation erforderlich.

Therapeutischer Funktionsbereich: Intensivmedizin. Auf Intensivpflege- oder Intensivtherapiestationen werden schwerstkranke Menschen versorgt. Sie befinden sich meist in einem instabilen Zustand, der innerhalb von Sekunden lebensbedrohlich werden kann. Voraussetzung für eine erfolgreiche Therapie ist in dieser Situation, dass der behandelnde Arzt eine detaillierte und auf der Zeitachse vollständige Dokumentation aller Vitalparameter (z. B. Blutdruck, Puls, Atemfrequenz, Ergebnisse der Blutgasanalyse)

verfügbar hat. Dies ist nur möglich, wenn automatische Messgeräte diese Werte laufend erfassen und kontinuierlich patientenbezogen aufzeichnen. Ferner müssen Messwerte, die auf eine (beginnende) Verschlechterung des Zustands des Patienten hindeuten, möglichst automatisch erkannt werden und zu einer Alarmierung des medizinischen Personals führen.

Anwendungsbausteine zur Unterstützung dieser Aufgaben in der Intensivmedizin werden als *Patientendatenmanagementsysteme* (PDMS) bezeichnet. Auch wenn diese Bezeichnung zu Verwechslungen mit Patientenverwaltungssystemen (PVS) führen kann, wollen wir sie wegen ihrer weiten Verbreitung auch hier verwenden. PDMSs sind darauf spezialisiert, eine Vielzahl von Messgeräten zu überwachen und die große gewonnene Datenmenge in übersichtlicher Form dem medizinischen Personal zu präsentieren. Gerade in diesem Arbeitsbereich ist klar, dass bereits auf der logischen Werkzeugebene alle Vorkehrungen zur Vermeidung von Systemausfällen getroffen werden müssen. Ein Systemausfall, der z. B. dazu führt, dass der behandelnde Arzt nicht mehr erkennt, dass ein gewisses Kreislaufmedikament bereits gegeben wurde und er daher das Medikament erneut appliziert, kann zur Lebensgefahr für den Patienten führen. In diesem Marktsegment gibt es sowohl reine Softwarehersteller als auch Hersteller, die ebenfalls Mess- und Überwachungsgeräte anbieten. Vom PDMS muss zumindest eine Zusammenfassung der wichtigsten Dokumentationsinhalte (Epikrise) nach der Verlegung des Patienten auf die Normalstation an den dortigen Baustein für die medizinische Dokumentation weitergegeben werden. Ferner ist eine Integration der Bausteine für die Leistungskommunikation erforderlich, unabhängig davon, ob hierzu auf der Intensivstation ein eigener Baustein benutzt wird.

Therapeutischer Funktionsbereich: Operationssaal. In operativen Funktionsbereichen erwartet man eine Unterstützung durch Anwendungsbausteine sowohl für die Planung der Operation (OP) als auch für die OP-Dokumentation (z. B. „OP-PLAN“ und „OP-DOK“ in Abb. 10.9):

- *OP-Planung*: Anwendungsbausteine für die OP-Planung werden auf der Station, in den Sekretariaten und in den Leitungsbereichen der operierenden Einrichtung genutzt, um für Patienten Termine für Operationen zu vereinbaren. Aus den einzelnen Terminen in den meist mehreren OP-Sälen der Einrichtung werden dann OP-Pläne für einen Tag oder für eine Woche oder längere Zeiträume erstellt. Der Vorteil eines rechnerunterstützten Bausteins liegt u. a. darin, dass Änderungen des OP-Plans ohne Zeitverzug allen betroffenen Mitarbeitern bekannt gemacht werden können und so die Planung flexibler gestaltet werden kann. Da z. B. für die Planung der an der Operation beteiligten Operateure und der erforderlichen Zeit die Indikation, d. h. die zur Operation führende Diagnose bekannt sein muss, muss dieser Anwendungsbaustein wiederum eng mit dem Baustein für die medizinische Dokumentation gekoppelt sein. Die Hersteller bieten daher entsprechende Planungssoftware meist in Kombination mit Bausteinen für die OP-Dokumentation an, da auch hier eine enge Kopplung erforderlich ist;
- *OP-Dokumentation*: Zu jeder Operation müssen die Daten erhoben werden, die zur Beschreibung der Operation und ihrer Ergebnisse erforderlich sind. Hierzu gehören u. a.
 - die Mitglieder des operierenden Teams,
 - die durchgeführte operative Prozedur,
 - die Zeit der Operation und

– die verwendeten Materialien.

Ein zur OP-Dokumentation eingesetzter Anwendungsbaustein wird sinnvollerweise die Planungsdaten des Planungssystems übernehmen und als Default-Wert vorschlagen. Auf der Basis der dokumentierten OP-Daten ist ein OP-Bericht zu erstellen. Ähnlich wie der Arztbrief wird dieser ggf. um weitere Angaben z. B. aus einem Diktat des Arztes ergänzt. Daher muss der Anwendungsbaustein eine Komponente zur Textverarbeitung enthalten, die die Abfassung des OP-Berichtes ermöglicht. Die OP-Daten, die für die Abrechnung dieser oft sehr aufwändigen therapeutischen Maßnahme erforderlich sind, müssen dem Anwendungsbaustein der Patientenverwaltung zugeleitet werden. Schließlich muss der Baustein das OP-Buch ersetzen, in dem ohne ein rechnerunterstütztes OP-Dokumentationssystem alle Operationen manuell verzeichnet werden müssen.

Wenn für beide Bausteine ein Softwareprodukt des Herstellers eingesetzt wird, von dem auch die Bausteine im stationären und ambulanten Bereich stammen, können sie über eine gemeinsame medizinische Datenbank gekoppelt werden (Abb. 10.9).

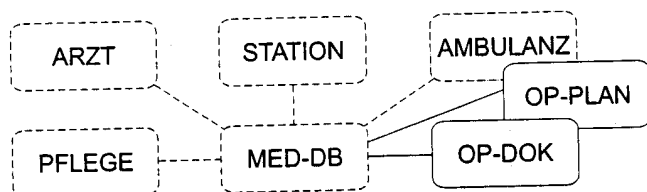


Abb. 10.9: Anwendungsbausteine für den OP-Saal und ihre Integration in den stationären und ambulanten Bereich

Krankenhausverwaltung: Patientenverwaltung. Die administrative Aufnahme eines Patienten bei einem Krankenhausaufenthalt muss neben der Aufzeichnung von Grunddaten für die Krankenhausverwaltung feststellen, inwieweit über den Patienten schon Informationen auf Grund von Voraufenthalten vorliegen. Diese Information, verbunden mit der Vergabe einer eindeutigen Patienten- und Behandlungsfallidentifikation muss dann in allen Bereichen des Krankenhauses, in denen der Patient behandelt wird, vorliegen. Existiert bereits eine Patientenakte, ist diese dem für die Behandlung zuständigen Personal zuzuleiten. Eng mit dem Vorgang der Patientenaufnahme verbunden ist der Aufbau und die Pflege einer patientenbezogenen (nicht nur behandlungsfallbezogenen) Patientendatenverwaltung, die das „Gedächtnis“ des KIS bildet. In die Patientenverwaltung müssen umgekehrt alle Daten über abrechnungsrelevante Leistungen oder Daten zu den gesetzlich vorgeschriebenen Dokumentationsinhalten aus nahezu allen bisher diskutierten Anwendungsbausteinen fließen.

Für die Patientenaufnahme und -verwaltung sind Softwareprodukte auf dem Markt verfügbar, die i. d. R. die Abrechnung und weitere administrative Funktionen auch auf den Stationen mit unterstützen. Damit realisierte Anwendungsbausteine für die Patientenverwaltung werden auch als *Patientenverwaltungssysteme* (PVS) bezeichnet, die nicht mit Patientendatenmanagementsystemen (PDMS) für die Intensivmedizin verwechselt werden dürfen. Das PVS stellt das Bindeglied dar zwischen den Anwendungsbausteinen, die im klinischen Bereich, d. h. in den bisher diskutierten Bereichen eingesetzt werden, und denen, die im administrativen Bereich eingesetzt werden. Daher werden die dafür geeigneten Softwareprodukte zum Teil von Herstellern angeboten, die zusätzlich Produkte für die administrativen Bereiche anbieten. In einem solchen Fall kann man eine

enge Kopplung und gute Integration mit den damit realisierten Anwendungsbausteinen erreichen (Abb. 10.10). Konzentriert sich jedoch der Hersteller auf die klinischen Bereiche, dann ist es i. d. R. leichter, eine gute Integration mit den dortigen Anwendungsbausteinen zu erreichen.

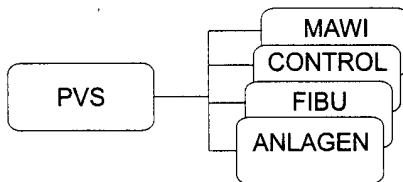


Abb. 10.10: Anwendungsbausteine für die Krankenhausverwaltung

Krankenhausverwaltung: Administration. Hauptziele administrativer Anwendungsbausteine sind die Dokumentation, Erfassung und Abrechnung aller extern abrechenbaren Leistungen (derzeit noch Pflegesätze, Fallpauschalen und Sonderentgelte, künftig DRGs). Die Bausteine dienen der Verarbeitung administrativer Daten der stationären und ambulanten Patienten sowie der Technik, Wirtschaft und Versorgung. Zu den administrativen Anwendungsbausteinen gehören u. a. solche für

- das Finanz- und Rechnungswesen (z. B. „FIBU“ in Abb. 10.10),
- die Anlagenwirtschaft (z. B. „ANLAGEN“ in Abb. 10.10),
- das Controlling (z. B. „CONTROL“ in Abb. 10.10) sowie
- die Materialwirtschaft (z. B. „MAWI“ in Abb. 10.10).

Alle diese Bausteine benötigen Daten aus den Funktionsbereichen, den Stationen und den Ambulanzen. Zur Realisierung solcher Bausteine gibt es Softwareprodukte auf dem Markt, die nicht notwendigerweise speziell für Krankenhäuser gestaltet sein müssen. Vielmehr ist es möglich, Standardprodukte zu verwenden, die auch in anderen Branchen für vergleichbare Aufgaben eingesetzt werden.

Bausteinintegration. Abb. 10.11 zeigt, wie die bisher genannten Anwendungsbausteine über einen Kommunikationsserver („KOMSERV“) verbunden werden können. Diese Technik wird in Abschn. 10.5.6 noch ausführlich vorgestellt. Bereits jetzt sei jedoch vorweggenommen, dass diese Form der Integration (sog. Datenintegration) alleine nicht ausreicht, um die oben diskutierten Anforderungen an die Kommunikation zwischen den Anwendungsbausteinen vollständig abzudecken.

10.5.2 Architekturstile

Die Architekturen der logischen Werkzeugebenen sind in unterschiedlichen Krankenhäusern durchaus verschieden. Es ist leicht einzusehen, dass sich diese Architekturen z. B. je nach der Größe der Krankenhäuser in der Anzahl der Anwendungsbausteine unterscheiden. Allerdings finden sich auch verschiedene Arten des Zusammenfügens der Anwendungsbausteine – sogar bei gleichartigen Krankenhäusern (z. B. Universitätsklinik). Es ist daher nicht sinnvoll, nur die Architektur eines einzelnen KIS zu analysieren. Vielmehr wollen wir gleichartige Architekturen zusammenfassen und summarisch behandeln. So, wie auch im Bauwesen Architekturen, die in Bezug auf gewisse Eigenschaften als äquivalent angesehen und zu einem Architekturstil zusammengefasst wer-

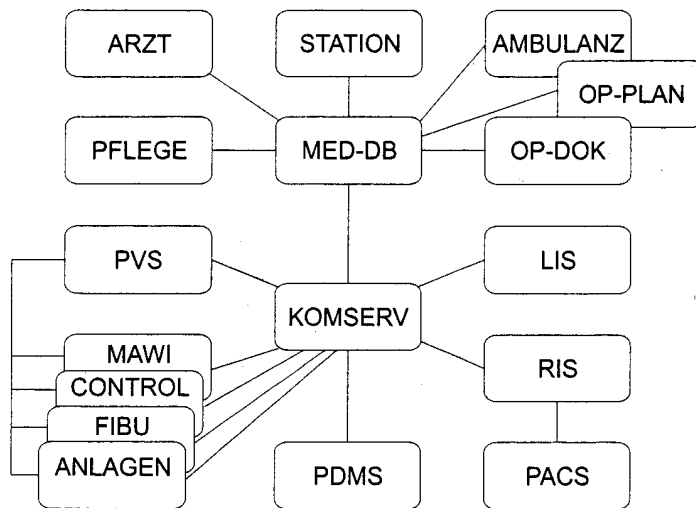


Abb. 10.11: Integration rechnergestützter Anwendungsbausteine aus verschiedenen Bereichen durch einen Kommunikationsserver. In diesem Beispiel ist das PVS eng mit den administrativen Bausteinen verbunden.

den, lassen sich im KIS für die logische Werkzeugebene Architekturstile beschreiben. Modelle der Architekturstile wollen wir als Referenzarchitekturen bezeichnen.

Rechnerunterstützte Anwendungsbausteine der logischen Werkzeugebene eines KIS können ein Datenbanksystem, also eine Datenbank mit Datenbankverwaltungssystem, enthalten. In den meisten Datenbanksystemen eines KIS werden Daten über patientenbezogene Objekttypen gespeichert. Die Anzahl der in einem KIS eingesetzten Datenbanksysteme ist für die Art des Zusammenfügens seiner Anwendungsbausteine von besonderer Bedeutung. Wie wir noch sehen werden, ist es daher sinnvoll zu unterscheiden, ob in einem KIS oder einem seiner Subinformationssysteme genau ein oder mehrere Anwendungsbausteine eingesetzt werden, die ein Datenbanksystem enthalten.

DB¹-Architekturstil. Existiert in einem KIS oder einem seiner Subinformationssysteme genau ein Anwendungsbaustein, der ein Datenbanksystem (DB) enthält, so sprechen wir von dem DB¹-Architekturstil. In einem solchen Fall greifen alle Anwendungsbausteine dieses (Sub-)Informationssystems, die auf eine persistente (d. h. dauerhafte) Datenthaltung angewiesen sind, auf die entsprechenden Persistenzdienste (Speicherdienste) dieses einen Anwendungsbausteins zu, der dadurch eine im Wortsinn „zentrale“ Bedeutung erhält (Abb. 10.12).

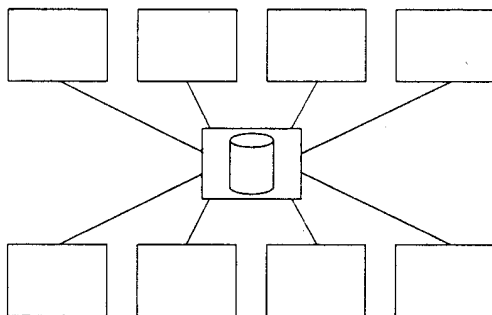


Abb. 10.12: DB¹-Architekturstil

Voraussetzung für eine solche Architektur ist, dass das Datenbankschema des zentralen Anwendungsbausteins ebenso bekannt ist wie die Funktionen bzw. Methoden zum Auf-

ruf der angebotenen Dienste. Dies ist i. d. R. nur bei Verwendung von Standards gegeben oder dann, wenn die Softwareprodukte aller beteiligten Anwendungsbausteine von demselben Hersteller stammen bzw. in Eigenentwicklung im jeweiligen Krankenhaus erstellt werden.

In den 1970er Jahren war der DB¹-Architekturstil die Basis der Überlegungen zur Realisierung rechnerunterstützter KIS. Autoren wie z. B. der deutsche Pionier REICHERTZ schlugen die Installation eines zentralen Datenbanksystems vor, um das sich weitere Module für die speziellen Aufgaben des Krankenhauses gruppieren. Über den Zugriff aller Module auf dieselbe zentrale Datenbank kann sichergestellt werden, dass in allen Modulen immer auf aktuelle Daten zurückgegriffen werden kann. Realisiert wurde dieses Konzept u. a. an der Medizinischen Hochschule Hannover, am Universitätsklinikum Göttingen und im Klinikum der Universität Genf – dort unter der Bezeichnung DIOGENE. Alle Systeme waren nur durch Eigenentwicklungen zu realisieren. In ähnlicher Weise wurde in den Niederlanden das Softwareprodukt HISCOM für eine bestimmte Gruppe von Krankenhäusern erstellt. Auf diese Weise konnten bereits in den 1980er Jahren in den erwähnten Häusern beachtliche Erfolge bei der Realisierung rechnerunterstützter KIS erzielt werden. Den DB¹-Architekturstil kann man meist in solchen Subinformationssystemen finden, in denen die eingesetzten Anwendungsbausteine auf Softwareprodukten desselben Herstellers basieren. Beispiele hierzu finden Sie in Abb. 10.6, Abb. 10.7 oder Abb. 10.9.

Die Strategie der weitgehenden Eigenentwicklung von Softwareprodukten durch den zukünftigen Betreiber ist nur bei Verfügbarkeit entsprechender personeller und finanzieller Ressourcen umsetzbar. Es ergibt sich aber das Problem, Softwareprodukte nur in eingeschränktem Maße mehrfach nutzen und Aufwände dadurch amortisieren zu können. Da derzeit brauchbare und geeignete Softwareprodukte von verschiedenen Herstellern am Markt angeboten werden, erscheint es wirtschaftlicher, auf Eigenentwicklungen weitgehend zu verzichten und soweit wie möglich kommerziell verfügbare Produkte einzusetzen.

In Abschn. 10.5.7 werden wir sehen, dass es z. B. mit HISA zumindest in der Forschung Ansätze zur Standardisierung der Inhalte der Datenbanksysteme, also der Datenbankschemata gibt. Da sich diese inhaltliche Standardisierung am Markt aber noch nicht durchgesetzt hat, werden zur Zeit noch keine Softwareprodukte für KIS-Anwendungsbausteine kommerziell angeboten, die über standardisierte Schnittstellen auf das Datenbanksystem eines anderen Herstellers zugreifen und so auf eine eigene persistente Haltung zumindest von Patientendaten verzichten können. Derzeit lässt sich z. B. ein RIS oder ein PDMS mit kommerziellen Produkten nur so realisieren, dass es ein eigenes Datenbanksystem enthält.

DBⁿ-Architekturstil. Moderne KIS können in ihrem rechnerunterstützten Teil also zumindest zur Zeit noch nicht dem DB¹-Architekturstil entsprechen. Der Einsatz kommerzieller Softwareprodukte führt vielmehr zu Architekturen, in denen es mehrere Anwendungsbausteine gibt, die ein Datenbanksystem enthalten. Wir sprechen dann von dem DBⁿ-Architekturstil (Abb. 10.13). Ein Beispiel einer solchen Architektur ist in Abb. 10.11 dargestellt.

Der DBⁿ-Architekturstil hat zur Folge, dass patientenbezogene Daten redundant in den Datenbanksystemen der unterschiedlichen Anwendungsbausteine gespeichert werden müssen. So müssen die Stammdaten der Patienten (z. B. Patientenummer, Name, Geburtsdatum, Geschlecht, Adresse) und administrative Falldaten (z. B. Fallnummer, Auf-

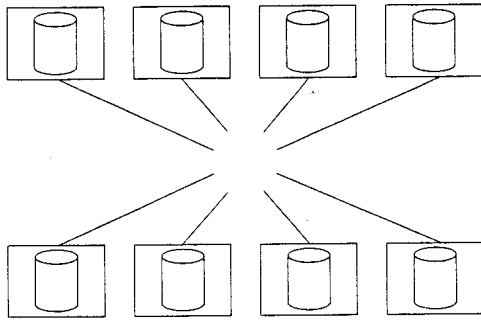


Abb. 10.13: DBⁿ-Architekturstil

nahmedatum, aufnehmende Station) nicht nur im PVS, sondern auch z. B. im OP-Dokumentationssystem, PDMS, LIS und RIS gespeichert werden. Befunde werden im LIS und im RIS gespeichert, müssen aber auch in der medizinischen Datenbank („MED-DB“, vgl. z. B. Abb. 10.6, S. 503) enthalten sein, damit die angeschlossenen Anwendungsbau- steine darauf zugreifen können.

10.5.3 Integrität

Redundante Datenhaltung ist angesichts immer geringer werdender Kosten für Speichermedien prinzipiell tolerabel. Allerdings muss sichergestellt sein, dass die Integrität der Daten auch bei Änderungen in einem der Datenbanksysteme erhalten bleibt. Unter Integrität versteht man dabei im weitesten Sinne die Korrektheit der Daten. Diese Korrektheit kann ganz unterschiedlich verstanden werden, und für jede gewünschte Art sind Bedingungen zu formulieren, bei deren Erfüllung man von der jeweiligen Art der Integrität spricht.

Formale Integrität. Werden Integritätsbedingungen formal repräsentiert (z. B. als formale Logik, Aussagenlogik, Prädikatenlogik; vgl. Kap. 4.8, S. 138), so kann ein Algorithmus als Bestandteil des verwendeten Datenbankverwaltungssystems zu einem beliebigen Zeitpunkt prüfen, ob die Integritätsbedingungen gelten. Innerhalb der formalen Integrität in einem KIS sind zwei Typen besonders wichtig,

- die Objektintegrität und
- die referentielle Integrität.

Beispiel: In einer bestimmten Datenbank gehört zu einem Objekt des Typs „Befund“ immer genau ein Objekt des Typs „Befundanforderung“. Beide Objekte müssen genau einem Objekt des Typs „Patient“ zugeordnet sein. Für den ersten Teil dieser Bedingungen ergibt sich die prädikatenlogische Form (vgl. Kap. 4.8.3, S. 143)

$$\forall t_1 \exists t_2 \left(\text{Befund}^{(1)}(t_1) \wedge \text{Befundanforderung}^{(1)}(t_2) \wedge \text{zugeordnet}^{(2)}(t_1, t_2) \wedge \left(\neg \exists t_3 (\text{zugeordnet}^{(2)}(t_1, t_3) \wedge \neg =^{(2)}(t_2, t_3)) \right) \right)$$

Diese referentielle Integritätsbedingung muss für jede Datenbankinstanz erfüllt sein (vgl. Kap. 4.8.3, S. 145).

Objektidentität. Generell erwartet man, dass in einer Datenbank die Daten jedes repräsentierten Objektes eindeutig identifizierbar sind. Im relationalen Datenmodell verwendet man hierzu sog. Schlüsselattribute. In einem KIS haben die *Patienten* und die *Behandlungsfälle* der Patienten eine herausragende Bedeutung, da alle medizinischen

Daten dem jeweiligen Patienten oder seinen Behandlungsfällen zugeordnet werden müssen. Hierzu werden eindeutige Nummern vergeben:

- Jeder Patient erhält bei dem erstmaligen Besuch des Krankenhauses eine eindeutige *Patientenidentifikationsnummer* (PIN). Diese PIN muss in allen Anwendungsbausteinen des KIS und auch bei künftigen Besuchen zur Identifikation des Patienten benutzt werden. Die PIN ist als eine bedeutungsfreie, z. B. durch fortlaufendes Nummerieren entstehende (alpha-)numerische Zeichenkette zu vergeben. Frühere Versuche, eine PIN aus den erfassten Daten des Patienten (z. B. Geburtsdatum und Nachname) zu generieren, haben zu erheblichen Problemen geführt und sollten vermieden werden. Die Probleme kommen daher, dass z. B. bei einer Korrektur des Geburtsdatums auch die PIN geändert werden müsste, was dann die Objektidentität verletzt;
- Ähnlich ist auch bei den Behandlungsfällen vorzugehen. Für jeden Behandlungsfall ist eine *Fallnummer* zu vergeben, die ebenfalls als bedeutungsfreie Zeichenkette zu generieren ist. Aus dem Aufbau der Fallnummer sollten keine Rückschlüsse auf das Jahr der Aufnahme oder die aufnehmende Fachabteilung zu ziehen sein, denn die hierzu erforderlichen Daten werden ja gesondert erfasst und gespeichert und können den Datenbanken der Anwendungsbausteine entnommen werden.

Dennoch ist es u. U. möglich und notwendig, dass bei einem Satz von Patientenstammdaten die PIN geändert werden muss. Dies darf aber nur dann der Fall sein, wenn ausgedrückt werden soll, dass dieser Stammdatensatz einen anderen Patienten beschreiben soll.

Beispiel: Bei der Aufnahme des Patienten Fritz Mayer wurde dieser mit dem Patienten Fritz Maier (PIN 4711) verwechselt, der bereits vor zwei Monaten stationär behandelt wurde. Bei Fritz Mayer muss dann die falsch vergebene PIN 4711 durch eine neue PIN, z. B. PIN 9876, ersetzt werden.

Im Gegensatz zur PIN, deren Zuordnung zu einem Patienten nach einer Fehlidentifikation gegebenenfalls korrigiert werden muss, kann sich die Fallnummer eines Behandlungsfalles nicht ändern. Allerdings kann es bei einer notwendigen PIN-Korrektur erforderlich werden, die Zuordnung des Behandlungsfalles zu einem bestimmten Patienten zu verändern. Wenn innerhalb des KIS immer sichergestellt ist, dass der mit einer Fallnummer identifizierte Behandlungsfall immer dem nach aktuellem Wissensstand richtigen Patienten zugeordnet ist, kann die Fallnummer als stabiles Identifikationsmerkmal für den Patienten benutzt werden. So verwendet man auch im nicht-rechnerunterstützten Teil des KIS z. B. auf Formularen zur Anforderung von Laboruntersuchungen stets die Fallnummer zur eindeutigen – wenn auch indirekten – Identifikation des Patienten. Das LIS kann dann in seinem Datenbanksystem die Zuordnung der Fallnummer zur PIN und damit zum Patienten finden. Voraussetzung ist dabei, dass die aktuelle Zuordnung der Fallnummer zu einer PIN dem LIS auch mitgeteilt wurde.

Referenzielle Integrität. Die korrekte Zuordnung von Objekten, wie z. B. die Zuordnung mehrerer Behandlungsfälle zu einem bestimmten Patienten und der Befunde zu den Behandlungsfällen, wird als referentielle Integrität bezeichnet (Abb. 10.14). Dabei ist die Objektidentität zwingende Voraussetzung für die referentielle Integrität.

Die Vergabe der PIN und der Fallnummer ist Aufgabe des PVS, das hierzu unmittelbaren Zugriff auf eine Datenbank haben muss, die alle bisherigen Patienten und Behandlungsfälle des Krankenhauses zumindest mit den für das Wiedererkennen der Patienten erforderlichen Daten enthält. Diese zentrale Patientendatenbank ist daher i. d. R. Bestandteil



Abb. 10.14: UML-Klassendiagramm der Zuordnung mehrerer Behandlungsfälle zu einem bestimmten Patienten und mehrerer Befunde zu einem bestimmten Behandlungsfall

des PVS und muss nicht mit der für den stationären Bereich zuvor bereits erwähnten medizinischen Datenbank (MED-DB, vgl. Abb. 10.6, S. 503) identisch sein.

Die Sicherstellung der Objektidentität für Patient und Behandlungsfall ist die grundlegende Voraussetzung für ein funktionierendes KIS – egal, ob es rechnerunterstützt ist oder nicht. Denn ohne Objektidentität gibt es keine referentielle Integrität, und ohne referentielle Integrität ist nicht sichergestellt, dass z. B. Befunde den richtigen Patienten zugeordnet werden können. Das heißt, dass ohne die korrekte Vergabe von PIN und Fallnummer die Installation von Kommunikationsnetzen und Rechnersystemen im Krankenhaus weitgehend nutzlos ist.

Transaktionsmanagement. Zur Sicherstellung der formalen Integrität einer Datenbank ist ein Transaktionsmanagement erforderlich, das i. d. R. von dem jeweiligen Datenbankverwaltungssystem bereitgestellt wird. Mit Hilfe des Transaktionsmanagements wird dafür gesorgt, dass die Datenbank von einem Zustand, in dem alle Integritätsbedingungen erfüllt sind, auch bei Änderungsoperationen stets in einen Zustand überführt wird, in dem auch wieder alle Integritätsbedingungen erfüllt sind. Hierzu muss gegebenenfalls eine Folge von Einfügungs- und Änderungsoperationen vollständig oder gar nicht ausgeführt werden. Z. B. muss bei der Finanzbuchhaltung zu einer Soll-Buchung stets auch die entsprechende Haben-Buchung durchgeführt werden. Dies wird dadurch erreicht, dass die erforderlichen Datenbankoperationen in einer einzigen Transaktion zusammengefasst werden. Das Transaktionsmanagementsystem hat die Aufgabe, sicherzustellen, dass alle Operationen dieser Transaktion vollständig durchgeführt werden. Wenn wegen eines Fehlers nicht alle Änderungsoperationen der Transaktion durchgeführt werden können, müssen die bereits durchgeführten Operationen rückgängig gemacht werden.

2-Phasen-Commit-Protokoll. Sind die Daten, auf die sich eine Transaktion bezieht, bei dem DBⁿ-Architekturstil in unterschiedlichen Datenbanksystemen gespeichert, dann muss die Transaktion im Rahmen des sog. 2-Phasen-Commit-Protokolls verteilt ablaufen. Wird an einem der beteiligten Datenbanksysteme (Initial-Datenbanksystem) eine Transaktion gestartet, die z. B. wegen redundanter Datenhaltung auch Änderungen in anderen Datenbanksystemen erfordert (verteilte Transaktion), dann werden in der *ersten Phase* die durchzuführenden Änderungsoperationen bei den jeweils betroffenen Datenbanksystemen angemeldet. Diese haben die Möglichkeit, die Durchführung der Operationen abzulehnen oder sie zuzusagen. Eine entsprechende Mitteilung geht an das Initial-Datenbanksystem. Haben alle die erforderlichen Operationen zugesagt, werden die Datenbanksysteme in der *zweiten Phase* zur Durchführung aufgefordert. Wenn alle Datenbanksysteme die erfolgreiche Durchführung zurückgemeldet haben, ist die Transaktion erfolgreich abgeschlossen. Kommt die erste Phase nicht zum erfolgreichen Abschluss, wird auf die Transaktion verzichtet. Kommt es in der zweiten Phase zu Fehlersituationen, werden alle beteiligten Datenbanksysteme zur Rücknahme ihrer Teiltransaktion aufgefordert. Damit wird die gesamte verteilte Transaktion zurückgenommen [Rahm 94].

Ein solches 2-Phasen-Commit-Protokoll erfordert mit Hilfe synchroner Kommunikationsdienste eng gekoppelte Datenbanksysteme und die Kenntnis der Datenbankschemata aller beteiligten Datenbanksysteme. Für einen Anwendungsbaustein im KIS bedeutet dies insbesondere, dass er eine Schnittstelle anbieten muss, über die sowohl Änderungsoperationen als auch die Bedienung des 2-Phasen-Commit-Protokolls möglich sind. Bei den heute kommerziell verfügbaren Produkten ist dies nicht der Fall. Aus diesen Gründen wird das 2-Phasen-Commit-Protokoll zur Sicherstellung der formalen KIS-Integrität bislang nicht eingesetzt.

Um dennoch Integrität zu gewährleisten, werden stattdessen die folgenden Maßnahmen zum Transaktionsmanagement ergriffen:

- Festlegung eines Master-Anwendungsbausteins;
- Erzwingen von Transaktionen;
- Entfernte Prozeduraufrufe.

Master-Anwendungsbaustein. Um eine hohe Qualität der Daten im KIS sicherzustellen, ist es i. d. R. nicht erwünscht, dass Daten an beliebigen Stellen eingegeben oder geändert werden können. So wird für jeden redundant gespeicherten Objekttyp ein Anwendungsbaustein festgelegt, in dessen Datenbanksystem Objekte dieses Typs eingefügt oder gelöscht, oder Daten dieser Objekte geändert werden dürfen. Dieser Anwendungsbaustein wird als Master-Anwendungsbaustein für diesen Objekttyp bezeichnet. Üblicherweise gilt z. B. die Regel, dass Objekte des Typs „Patient“ (Patientenstammdaten) und des Typs „Behandlungsfall“ nur im PVS erzeugt, gelöscht oder geändert werden dürfen. Objekte des Typs „Laborbefund“ haben das LIS als Master-Anwendungsbaustein, denn es ist klar, dass ein Befund, der im Labor validiert und freigegeben wurde, auf der Station nicht mehr verändert werden darf.

Transaktionszwang. Transaktionen in einem Master-Anwendungsbaustein werden unabhängig davon durchgeführt und abgeschlossen, ob die entsprechenden Operationen auch (sofort) in den anderen betroffenen Anwendungsbausteinen durchgeführt werden können. So wird z. B. die Patientenaufnahme mit dem PVS unabhängig davon weitergeführt, ob das RIS zu diesem Zeitpunkt dazu in der Lage ist, die entsprechenden Daten zum Patient und Behandlungsfall in sein Datenbanksystem einzufügen. Das RIS wird dazu verpflichtet, die entsprechenden Datenbankoperationen zu einem späteren Zeitpunkt nachzuholen. Für diesen Transaktionszwang reicht dann ein asynchrones Kommunikationsverfahren aus (z. B. mit Hilfe eines Kommunikationsservers, vgl. Abschn. 10.5.6).

Remote Procedure Call. In manchen Fällen ist es jedoch erforderlich, an einem Arbeitsplatz eine Änderungsoperation an einem Objekt durchzuführen, dessen Master-Anwendungsbaustein dort nicht unmittelbar nutzbar ist. Z. B. muss auf der Station die Entlassung eines Patienten dokumentiert werden, d. h. die Daten eines Objekts des Typs „Behandlungsfall“ sind so zu ändern, dass das aktuelle Datum, die Entlassungsdiagnose und andere Daten zur Entlassung erkennbar werden. In dem Beispiel in Abb. 10.6 steht auf der Station nur das dort skizzierte klinische Arbeitsplatzsystem zur Verfügung, nicht jedoch das PVS, das eigentlich für die Entlassung zu verwenden ist. In diesem Fall ist es erforderlich, in einem der Anwendungsbausteine des klinischen Arbeitsplatzsystems einen Aufruf der Programmteile des PVS zu implementieren, mit denen die Entlassung durchgeführt werden kann. Hierzu können entfernte Prozeduraufrufe (*remote procedure call*, RPC) oder entfernte Funktionsaufrufe (*remote function call*, RFC) eingesetzt werden (vgl. Abschn. 10.5.5).

Inhaltliche Integrität. Neben der formalen Integrität hat die inhaltliche Integrität in einem KIS eine besondere Bedeutung. Bereits in Abschn. 10.1.1 haben wir gesehen, dass ein KIS nicht nur alle Bereiche eines Krankenhauses umfasst, sondern auch der Kommunikation aller Personen in den unterschiedlichen Bereichen dienen muss. Im Interesse der Patienten muss diese Kommunikation eindeutig sein, und es muss sichergestellt werden, dass die kommunizierten Daten von allen Beteiligten auch in der gleichen Weise interpretiert werden.

Beispiel: Die Zeichenkette „BRUCH“ könnte in der rechnerunterstützten Dokumentation sowohl als die Bezeichnung einer Hernie als auch die einer Fraktur interpretiert werden. Auch wenn man in diesem Fall davon ausgehen sollte, dass die beteiligten Ärzte auf Grund des persönlichen Kontakts mit dem Patienten nicht die falsche Operation einleiten werden, können aber z. B. bei der Abrechnung der Leistungen für den Patienten Fehler entstehen.

Um die formale Integrität zu gewährleisten, existieren Lösungsansätze, auch wenn diese bisher nur zum Teil tatsächlich umgesetzt sind. Die inhaltliche Integrität von Daten im KIS wird dagegen oft nur am Rande betrachtet, gewinnt aber umso mehr an Bedeutung, je mehr Anwendungsbausteine miteinander kommunizieren und je umfangreicher diese Kommunikation ist. Eine Möglichkeit, inhaltliche Datenintegrität zu erreichen, bietet die Verwendung eines Medical Data Dictionary (MDD).

Medical Data Dictionary. Ein Data Dictionary bezogen auf eine relationale Datenbank ist zunächst nichts anderes als ein Verzeichnis aller in dieser Datenbank enthaltenen Relationen, Attribute und Sichten. Es enthält also Meta-Informationen zu einer Datenbank. MDDs gehen weit darüber hinaus. So werden in der Literatur MDDs als zentrale medizinische Begriffssysteme für die kontrollierte Definition eines medizinischen Vokabulars beschrieben, die die Möglichkeit bieten, die semantischen Beziehungen zwischen allen in einem KIS gespeicherten Daten zu repräsentieren und das lokale Vokabular mit standardisierten internationalen Nomenklaturen und Wissensquellen zu verknüpfen [Prokosch 92, Huff 95, Bürkle 00]. Ein MDD besteht aus drei Teilen:

- Das *medizinische Begriffssystem* beschreibt die zur Verfügung stehenden Begriffe und Bezeichnungen und terminologische Eigenschaften wie Synonymie und Homonymie;
- Das *Informationsmodell* beschreibt, in welcher Weise aus dem Begriffssystem Datenstrukturen abgeleitet werden können;
- Die *Wissensbank* beschreibt komplexere Beziehungen zwischen Begriffen, die nicht direkt als semantische Netze darstellbar sind.

Welches medizinische Begriffssystem für ein MDD verwendet wird, hängt sehr vom Ziel des MDD ab. Sollen lediglich wenige oder hausinterne Anwendungsbausteine integriert werden, so steckt hinter dem medizinischen Begriffssystem häufig eine Eigenentwicklung (vgl. z. B. das Medical Data Dictionary des HELP-Systems PTXT). Möchte man dagegen über das MDD auf beliebige externe Wissensquellen zugreifen, z. B. um aus einem klinischen Arbeitsplatzsystem heraus eine Literaturrecherche zu starten, müssen allgemein anerkannte Nomenklaturen (z. B. SNOMED) oder auch komplexe Begriffssysteme (z. B. UMLS-Meta-Thesaurus) verwendet werden (vgl. Kap. 3.5, S. 67). Häufig sind diese auch in hausinternen MDDs integriert. Die Verknüpfung der Begriffssysteme mit den Anwendungsbausteinen wird zum Teil über sog. Terminologieserver und terminologische Dienste (z. B. GALEN) realisiert (vgl. Kap. 4.9.4, S. 152).

Will man ein MDD für die Integration von Anwendungsbausteinen basierend auf Softwareprodukten verschiedener Hersteller verwenden, so setzt dies voraus, dass sich die

Hersteller bereits bei der Entwicklung ihres Softwareprodukts auf ein Standard-Begriffssystem beziehen. Diese Möglichkeiten werden jedoch heute noch nicht genutzt.

10.5.4 Integration

Integration ist der Zusammenschluss von Teilen zu einem Ganzen, das gegenüber seinen Teilen eine neue Qualität aufweist. Ein integriertes KIS besteht nicht nur aus einer Menge unabhängiger Komponenten, sondern die Komponenten arbeiten auch eng zusammen. Unterschiedliche Arten der Zusammenarbeit können zu unterschiedlichen Qualitäten der Integration führen [Hasselbring 00].

Datenintegration. Datenintegration (*data integration*) ist in einem KIS dann gewährleistet, wenn ein Datum, das im Rahmen einer Aufgabe einmal erfasst wurde, innerhalb des KIS nicht wieder erfasst werden muss, auch wenn es im Rahmen dieser oder einer anderen Aufgabe wieder benötigt wird. Das bedeutet, dass einmal erfasste Daten immer dort verfügbar sind, wo sie gerade benötigt werden.

Beispiel: Ein Kind ist in der Kinderklinik behandelt worden. Dort wurde eine ausführliche Anamnese erhoben und gespeichert. Nun muss das Kind zur Untersuchung des Gehörs in die Hals-, Nasen-, Ohrenklinik desselben Klinikums. Wenn dort die Anamnese erneut erhoben werden muss, da auf das Dokument der Kinderklinik nicht zurückgegriffen werden kann, ist die Datenintegration nicht gegeben.

Funktionsintegration. Funktionsintegration (*functional integration*) ist gewährleistet, wenn Funktionen, die von einem Anwendungsbaustein angeboten werden, überall dort auch genutzt werden können, wo sie benötigt werden.

Beispiel: Kann eine Krankenschwester in einer Ambulanz Funktionen für die Anforderung von Laboruntersuchungen ebenso nutzen wie Funktionen für die Patientenaufnahme – auch dann, wenn diese Funktionen von unterschiedlichen Anwendungsbausteinen realisiert werden und möglicherweise auch für andere Arbeitsplätze entwickelt wurden –, dann ist Funktionsintegration gegeben.

Präsentationsintegration. Präsentationsintegration (*presentation integration*) ist gegeben, wenn unterschiedliche Anwendungsbausteine ihre Daten und ihre Benutzeroberfläche in einer einheitlicher Weise präsentieren.

Beispiel: Werden an einem Arbeitsplatz auch von unterschiedlichen Anwendungsbausteinen der Name des gerade bearbeiteten Patienten an nahezu derselben Stelle des Bildschirms angezeigt und codieren Symbole (*icons*) für Patienten das Geschlecht mit jeweils gleichen Farben, so ist Präsentationsintegration gegeben.

Kontextintegration. Wenn Funktions- und Präsentationsintegration auf dem Arbeitsplatzrechner erreicht sind, bedeutet dies bereits eine hohe Qualität der verfügbaren rechnerunterstützten Werkzeuge. Es bleibt aber möglicherweise das Problem, dass bei dem Wechsel von einem Anwendungsbaustein zu einem anderen eine bereits durchgeführte Aufgabe erneut durchgeführt werden muss.

Beispiel: Auf einem Arbeitsplatzrechner auf Station stehen die Anwendungsbausteine „LABBEF“ für die Präsentation von Laborbefunden und „PFLEGE“ zur Dokumentation von Pflegemaßnahmen zur Verfügung. Präsentationsintegration sei gewährleistet. Wenn nun für den Patienten Fritz Mayer die aktuellen Befunde analysiert werden sollen, muss der Stammdatensatz zu Fritz Mayer in „LABBEF“ gesucht, d. h. der Patient in „LABBEF“

identifiziert werden; anschließend können die Befunde zu diesem Patienten angezeigt werden. Wenn nun Pflegemaßnahmen an Fritz Mayer mit „PFLEGE“ dokumentiert werden sollen, ist auch dort die Identifikation des Patienten erforderlich, bevor mit der Erledigung der eigentlichen Aufgabe begonnen werden kann. Dies wird auch durch eine Funktions- und Präsentationsintegration noch nicht überflüssig.

Es sollte also allgemein erreicht werden, dass eine Teilaufgabe, die im Rahmen einer Aufgabe einmal für einen bestimmten Zweck durchgeführt werden muss, innerhalb des KIS in einer anderen oder derselben Aufgabe nicht wieder durchgeführt werden muss, wenn genau dieser Zweck wieder erreicht werden soll.

Im genannten Beispiel heißt das konkret, dass der einmal hergestellte Kontext zu dem Patienten Fritz Mayer bei dem Aufruf anderer Anwendungsbausteine weiter genutzt werden sollte ohne ihn wieder herstellen zu müssen. Wir sprechen daher von *Kontextintegration*. In der Literatur wird diese Art der Integration auch als visuelle Integration (*visual integration*) bezeichnet. Damit wird betont, dass es sich um die Integration von Anwendungsbausteinen innerhalb einer graphischen Benutzungsoberfläche handelt.

10.5.5 Methoden und Werkzeuge zur Integration verteilter Systeme

Bereits in Abschn. 10.5.2 hatten wir festgehalten, dass zur Integration in einem KIS besondere Methoden und Werkzeuge erforderlich sind, mit denen eine Zusammenarbeit der Anwendungsbausteine untereinander organisiert und realisiert werden kann. In der Informatik spricht man in diesem Zusammenhang von Systemintegration bzw. Integration verteilter Systeme. Beim Studium der entsprechenden Literatur [Schill 93, Rahm 94] wird deutlich, dass es keine einheitliche Methodik der Systemintegration gibt, da es kein einheitliches Integrationsproblem gibt. Vielmehr sind die zu lösenden Probleme der Integration je nach Anwendungsfall sehr unterschiedlich, und es kommen jeweils sehr unterschiedliche Methoden zum Einsatz.

Föderiertes Datenbanksystem. Ein föderiertes Datenbanksystem (*federated database system*) ist ein integriertes System autonomer (Komponenten-)Datenbanksysteme [Haselbring 97, Sheth 90]. Gegenstand der Integration ist es, die Datenbankschemata der Komponentendatenbanksysteme logisch zu einem einzigen Datenbankschema, dem föderierten Datenbankschema, zusammenzufügen. Auf dieses föderierte Datenbankschema soll so zugegriffen werden können, als ob es ein tatsächliches Datenbankschema eines Komponentendatenbanksystems wäre. In das föderierte Datenbankschema werden nur die Teile der Komponentendatenbankschemata eingefügt, die von globalem Interesse sind. Dadurch ist es nicht erforderlich, die vollständigen Komponentendatenbankschemata zu ermitteln. In einer Meta-Datenbank (*data dictionary*) werden die Informationen darüber verwaltet, wo welche Daten wie gelesen bzw. geändert werden dürfen.

Voraussetzung zur Realisierung eines föderierten Datenbanksystems ist, dass alle Komponentendatenbankschemata bekannt sind und auf die Komponentendatenbanksysteme über offene Schnittstellen zugegriffen werden kann. Wenn man für eine gegebene Menge von Komponentendatenbanksystemen ein föderiertes Datenbanksystem implementiert hat, lässt sich ein Softwareprodukt entwickeln, das auf alle durch das entsprechende föderierte Datenbankschema beschriebene Daten lesend und ggf. auch schreibend zugreifen kann. Will man diesen methodischen Ansatz für ein KIS verwenden, bedeutet dies, dass ein Hersteller bereits bei der Entwicklung eines Softwareprodukts das föde-

rierte Datenbankschema kennen muss. Handelt es sich nicht um ein individuelles Softwareprodukt, sondern um eine Standardsoftware, die in verschiedenen Krankenhäusern zum Einsatz kommen können soll, erfordert diese Vorgehensweise ein standardisiertes föderiertes Datenbankschema. Leider sind solche Standards zur Zeit nicht verfügbar.

Middleware. Der englische Begriff Middleware bezeichnet die Softwarekomponenten eines rechnerunterstützten Informationssystems, die allgemein der Zusammenarbeit (Interoperabilität) und Kommunikation von Anwendungsbausteinen (vgl. Abschn. 10.2.3) dienen. TRESCH umschreibt dies zwar indirekt, aber recht treffend so [Tresch 96]: „In verteilten Informationssystemen bezeichnet Middleware weit mehr als nur den Schrägstrich „/“ in Client/Server.“ Auch zur Implementierung eines föderierten Datenbanksystems werden Middleware-Methoden eingesetzt. Man unterscheidet

- Middleware zur allgemeinen Kommunikation und
- Middleware in verteilten Objektsystemen.

Allgemeine Kommunikation. Zunächst wollen wir Methoden und Werkzeuge betrachten, die der Kommunikation zwischen Anwendungsbausteinen dienen, ohne hierbei die Kommunikation auf bestimmte Dienste oder Anwendungen festzulegen:

- *Synchrone Kommunikation:* Middleware-Komponenten für Remote Procedure Calls oder Remote Function Calls ermöglichen das Ausführen einer Prozedur, die auf einem entfernten Rechner ablaufen kann, durch einen Prozess, der auf dem lokalen Rechner abläuft. Hierdurch wird eine synchrone Kommunikation aufgebaut, bei der der Prozess auf dem lokalen Rechner so lange unterbrochen wird, bis die Prozedur auf dem entfernten Rechner vollständig durchgeführt worden ist. Aus einem Anwendungsbaustein z. B. für das Ambulanzmanagement an einem klinischen Arbeitsplatzsystem kann damit eine Prozedur des PVS ausgeführt werden, mit der eine Patientenaufnahme durchgeführt werden kann. Auf diese Weise lässt sich an diesem klinischen Arbeitsplatzsystem über die Funktionsintegration hinaus auch eine Kontextintegration bzw. visuelle Integration erreichen. Um eine Standardisierung und Erweiterung der Funktionalität von Remote Procedure und Remote Function Calls bemüht sich die Open Systems Foundation (OSF) durch die Definition eines *distributed computing environment* [Schill 93];
- *Asynchrone Kommunikation:* Der Prozess auf dem lokalen Rechner wird nach dem Initiieren des Kommunikationsvorgangs mit dem entfernten Rechner nicht so lange unterbrochen, bis Antwortdaten von dem entfernten Rechner eintreffen. Diese Art der Kommunikation erfolgt durch das Versenden von Nachrichten (*messages*) und es sind Methoden und Werkzeuge erforderlich, die das Eintreffen der Nachrichten in der Reihenfolge des Absendens oder einer anderen vom Sender vorgesehenen Reihenfolge beim Empfänger gewährleisten (*message queuing*). Die eingesetzten Werkzeuge werden allgemein als Queue-Manager und im KIS als Kommunikationsserver bezeichnet (vgl. Abschn. 10.5.6). Queue-Manager unterstützen neben dem Versenden einer Nachricht vom Absender an einen Empfänger auch das Verteilen einer einzigen Nachricht an viele Empfänger (*multicasting*);
- *Datenbankzugriff:* Handelt es sich bei dem Anwendungsbaustein auf dem entfernten Rechner im Wesentlichen um ein Datenbanksystem und geht es bei der Kommunikation in erster Linie darum, Daten in die Datenbank dieses Datenbanksystems einzufügen, dort zu ändern oder zu lesen, stehen besondere Methoden und Werkzeuge zur Verfügung, die auf der Standard Query Language (SQL) basieren:

- *SQL-Treiber* bieten Schnittstellen zu unterschiedlichen Datenbankverwaltungssystemen an und sind aus einem Anwendungsprogramm heraus über ein spezielles Interface (*application programming interface*, API) ansprechbar. Ein Standard für solche API wird durch das Open Database Connectivity (ODBC) beschrieben;
- *SQL-Gateway-Server* bearbeiten zwar auch Anfragen an Datenbankverwaltungssysteme, sind jedoch als eigenständiger Prozess implementiert. Der SQL-Gateway-Server kann so zur Laufzeit mit unterschiedlichen Datenbanksystemen kommunizieren, eine Datenbankanfrage je nach Bedarf weiterleiten und die Kommunikation mit dem adressierten Datenbanksystem bis zur Beantwortung der Anfrage steuern. Umgekehrt können auch Datenbankanfragen mehrerer Absender an ein bestimmtes Datenbanksystem entgegengenommen, weitergeleitet und überwacht werden.

Verteilte Objektsysteme. Fasst man die Anwendungsbausteine der logischen Werkzeugebene eines Informationssystems als Objekte auf, die im Sinne der objektorientierten Programmierung Dienste (*services*) anbieten, und sind diese Objekte auf Adressräume unterschiedlicher Rechner verteilt, so sprechen wir von einem verteilten Objektsystem. Je nach Situation kann ein Objekt Server sein, d. h. anderen Objekten Dienste anbieten, oder aber als Client Dienste anderer Objekte in Anspruch nehmen. Ein internationales Expertenkonsortium, die Object Management Group (<http://www.omg.org>), hat für solche verteilten Objektsysteme einen Architekturstil (*common object request broker architecture*, CORBA) vorgeschlagen, der durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet ist:

- Dienste können dynamisch bei dem zu einem Zeitpunkt am besten geeigneten Objekt (Server) angefordert und genutzt werden;
- Art und Sprache der Implementierung der Dienste sind einem Client ebenso unbekannt wie die Adresse des am besten geeigneten Servers;
- Ein Object Request Broker (ORB) ermittelt zur Laufzeit bei Anforderung eines Dienstes die Server, die den Dienst anbieten. Der ORB unterstützt den Client auch dabei, den Dienst des ausgewählten Servers in Anspruch zu nehmen. Voraussetzung für dieses Verfahren ist, dass alle Objekte den ORB über ihre angebotenen Dienste informieren. Werden Dienste mehrfach angeboten, d. h. von unterschiedlichen Objekten mit unterschiedlichen Qualitäten, können spezielle Objekte einen sog. Handelsdienst (*trading object service*) anbieten. Dieser Dienst wählt aus dem Angebot den Dienst aus, der am ehesten der angeforderten Qualität entspricht.

Die Object Management Group hat (branchen-)spezifische Arbeitsgruppen (*domain task forces*) eingerichtet, durch die Dienste für einen Anwendungsbereich normiert werden (<http://www.acl.lanl.gov/OMG>). Softwarehersteller können Objekte in beliebiger Weise so als Produkte herstellen, dass sie diese Dienste in der normierten Form realisieren. Beabsichtigt man, einen Anwendungsbaustein als Objekt zu realisieren, der einem Benutzer mit einer Benutzeroberfläche die Nutzung von Diensten ermöglicht (z. B. Dokumentendruck, Patientenaufnahme, Terminanforderung), bietet diese Architektur eine gute Unterstützung. Zwar muss die Benutzeroberfläche realisiert werden, aber die Implementierung der Dienste kann – falls sie durch eine spezifische Arbeitsgruppe normiert wurden – beliebigen Softwareherstellern überlassen werden. Aus dem Angebot am Markt kann das am günstigsten erscheinende Angebot eines Objektproduktes ausgewählt werden.

Für den medizinischen Bereich wurde die Domain Task Force CORBAmed eingerichtet (vgl. Abschn. 10.5.8). In eine CORBA-Architektur lassen sich auch vorhandene Anwen-

dungsbausteine (*legacy systems*) einfügen, die nicht als Objekte implementiert worden sind [Brodie 95]. Sie können mit einer Hülle (*wrapper*) versehen werden, die sie wie ein für CORBA passendes Objekt erscheinen lassen. Im Wettbewerb zu CORBA stehen die Microsoft-Produkte bzw. -Architekturstile Object Linking and Embedding (OLE) und Distributed Component Object Model (DCOM).

HTML. Aus dem Internet ist die Technik bekannt, Benutzeroberflächen von Anwendungsbausteinen mit der Hypertext Markup Language (HTML) zu beschreiben. Die so beschriebenen Oberflächen können über einen HTML-Browser (z. B. Netscape, Internet-Explorer) auf einer beliebigen Hardware- oder Betriebssystemplattform angezeigt und genutzt werden. Es ist darüber hinaus leicht möglich, an einem Gerät beliebig viele unterschiedliche Anwendungsbausteine, die auch auf unterschiedlichen Servern installiert sein können, zu nutzen. Auf diese Weise kann also einfach und elegant Funktionsintegration hergestellt werden. Daten-, Präsentations- und Kontextintegration sind auf diesem Weg alleine jedoch nicht herstellbar.

10.5.6 Datenintegration im DBⁿ-KIS

Für die spezielle KIS-Integration sind auf der Basis der allgemeinen Methoden und Werkzeuge für verteilte Systeme spezifische Methoden und Werkzeuge entwickelt worden. Die Entwicklungen haben sich zunächst auf die Unterstützung der asynchronen Kommunikation von Nachrichten im KIS mit DBⁿ-Architekturstil konzentriert. Hierfür stehen nun Kommunikationsserver als Queue-Manager kommerziell zu Verfügung. Breit akzeptierte Kommunikationsstandards bieten die Möglichkeit, die über einen Kommunikationsserver versendeten Nachrichten so zu strukturieren, dass die Verständigung zwischen Sender und Empfänger leichter hergestellt werden kann. Mit Hilfe der so unterstützten asynchronen Kommunikation zwischen den Anwendungsbausteinen des KIS lässt sich also die Datenintegration herstellen.

Kommunikationsserver. Queue-Manager zur Unterstützung der asynchronen Kommunikation zwischen den Anwendungsbausteinen werden im KIS als Kommunikationsserver bezeichnet. Der Kommunikationsserver steht im Zentrum der logischen Werkzeugebene (vgl. Abb. 10.11, S. 510). Die meisten KIS mit DBⁿ-Architekturstil basieren heute auf diesem Architekturprinzip. Ein Kommunikationsserver ist auf der logischen Werkzeugebene ein Anwendungsbaustein. Entsprechende Softwareprodukte werden von verschiedenen Herstellern angeboten [Heitmann 96]. Ein Kommunikationsadministrator nutzt (d. h. bedient) den Kommunikationsserver über dessen Benutzungsschnittstellen. Den physischen Datenverarbeitungsbaustein, auf dem der Kommunikationsserver realisiert ist, wollen wir hier als Kommunikationsrechner bezeichnen. Der Kommunikationsserver unterstützt den Kommunikationsadministrator bei folgenden Aufgaben [Lange 99]:

- *Festlegung von Kommunikationsbeziehungen:* Der Kommunikationsserver realisiert auf der logischen Werkzeugebene Kommunikationsbeziehungen zwischen jeweils zwei Anwendungsbausteinen, indem Kommunikationsbeziehungen von dem Kommunikationsserver zu jedem der beiden Anwendungsbausteine aufgebaut werden. Z. B. realisiert er in Abb. 10.1 (S. 480) eine Kommunikationsbeziehung zwischen den Anwendungsbausteinen PVS und LIS. Der Kommunikationsadministrator parametrisiert, mit welchen Anwendungsbausteinen Kommunikationsbeziehungen bestehen sollen und wie diese mit Bausteinschnittstellen zusammengesetzt werden sollen;

- *Festlegung von Datenübertragungsverbindungen:* Für jede Kommunikationsbeziehung des Kommunikationsservers zu einem anderen Anwendungsbaustein muss auf der physischen Werkzeugebene auch eine Datenübertragungsverbindung zwischen dem Kommunikationsrechner und dem Rechner realisiert werden, auf dem der andere Anwendungsbaustein implementiert ist (z. B. zwischen „KOMSERV“ und „LIS“ in Abb. 10.11, S. 510). Die zum Aufbau dieser Datenübertragungsverbindung erforderlichen technischen Informationen (z. B. Netzadressen, Interfaces, TCP/IP-Dienste) werden ebenfalls vom Kommunikationsadministrator parametrieren;
- *Festlegung von Syntax und Protokoll der Nachrichtenübertragung:* Der Kommunikationsadministrator beschreibt für die Kommunikationsbeziehungen zwischen zwei Anwendungsbausteinen jeweils den Aufbau der möglichen Nachrichtentypen und das Verfahren, mit dem das erfolgreiche Übertragen einer Nachricht bestätigt wird;
- *Senden, Empfangen und Puffern von Nachrichten:* Ein Anwendungsbaustein kann eine Nachricht über seine Kommunikationsbeziehung mit dem Kommunikationsserver auf diesen übertragen, d. h. senden. Der Kommunikationsserver wird diese Nachricht dann an den oder die vom Absender angegebenen Adressaten weiterleiten, d. h. die Adressaten empfangen die Nachricht, wenn diese Anwendungsbausteine und ihre Rechner zum Empfangen in der Lage sind. In der Zwischenzeit puffert der Kommunikationsserver die gesendeten Nachrichten sortiert nach Sendezeitpunkt und vorgegebenen Prioritäten in einer Warteschlange;
- *Übersetzen von Nachrichten:* Erwartet ein empfangender Anwendungsbaustein Nachrichten mit einem anderen Aufbau, als der sendende Anwendungsbaustein sie versendet, so kann der Kommunikationsserver die versendeten Nachrichten so umformen, dass sie den Anforderungen entsprechen, die der Kommunikationsadministrator für die Kommunikationsbeziehung zum Empfänger beschrieben hatte. Der Kommunikationsadministrator parametrieren, wie die Umformung (Übersetzung) der Nachrichten erfolgen soll;
- *Nachrichten verteilen:* Bestimmte Nachrichten müssen vom Erzeuger direkt an viele Kommunikationspartner gesendet werden (*multicasting*). Z. B. muss die Nachricht über die Aufnahme eines Patienten in das Krankenhaus vom System „PVS“ an die Systeme „MED-DB“, „LIS“ und „STATION“ übertragen werden (vgl. Abb. 10.11, S. 510). Nach entsprechender Parametrierung durch den Kommunikationsadministrator kann der Kommunikationsserver dies automatisch für Nachrichten eines bestimmten Nachrichtentyps veranlassen. Er sorgt auch dafür, dass die gesendete Nachricht erst dann aus der Warteschlange entfernt wird, wenn alle vorgesehenen Empfänger mit einer Kopie der gesendeten Nachricht erreicht wurden. Weder die Tatsache des vorgesehenen Multicastings noch der Zustand des jeweiligen Vorganges muss dabei dem absendenden System bekannt sein oder bekannt gemacht werden;
- *Überwachung:* Der Kommunikationsserver kann den Kommunikationsadministrator laufend über die Aktivitäten auf den einzelnen Kommunikationsbeziehungen informieren. Treten bei Kommunikationsbeziehungen Störungen auf, kann der Kommunikationsadministrator automatisch alarmiert werden.

Ein Kommunikationsserver ist also ein Werkzeug, mit dem die Kommunikation auch in einem großen KIS effizient unterstützt werden kann:

- *Asynchron:* Er kann der asynchronen Kommunikation zwischen Anwendungsbausteinen dienen, die jeweils ein Datenbanksystem enthalten. Dabei wird über die Kommunikationsbeziehungen des Kommunikationsservers mit den einzelnen Anwendungs-

bausteinen jeweils eine synchrone Kommunikation betrieben; erst durch die Pufferung der Nachrichten auf dem Kommunikationsserver entsteht die Asynchronität;

- *Synchron*: Mit der heute verfügbaren Kommunikationsserversoftware lässt sich der Nachrichtenversand auch als synchrone Kommunikation einrichten. Hierzu werden die Kommunikationsservermodule so konfiguriert, dass sie nach dem Versenden einer Nachricht bis zum Empfang einer Antwortnachricht blockiert sind (bzw. nach einem Timeout die Kommunikationsbeziehung neu initialisiert wird). Die Antwortnachrichten werden an den ursprünglichen Absender zurückgeleitet. Der absendende Anwendungsbaustein ist so zu konfigurieren, dass er ebenfalls bis zum Empfang der Antwortnachricht blockiert ist.

Mit einer sorgfältigen Implementierung eines Kommunikationsservers sollte auch dafür gesorgt werden, dass beim Auswechseln eines Anwendungsbausteins, der über den Kommunikationsserver Kommunikationsbeziehungen zu anderen Anwendungsbausteinen hat, nur die Kommunikationsbeziehung des Kommunikationsservers zu dem eingetauschten Anwendungsbaustein neu gestaltet werden muss, die anderen Kommunikationsbeziehungen aber alle unberührt bleiben. Dadurch wird ein hoher Grad an Autonomie, Erweiterbarkeit und Beschränkbarkeit erreicht [Heitmann 97].

Kommunikationsstandard. Zwischen zwei kommunizierenden Anwendungsbausteinen muss – unabhängig davon, ob synchron oder asynchron und ob mit oder ohne Kommunikationsserver kommuniziert wird – eine Vereinbarung über Syntax und Semantik der auszutauschenden Nachrichten bestehen. Aufwände für Implementierung und Betrieb von Kommunikationsbeziehungen können deutlich reduziert werden, wenn hierzu etablierte Kommunikationsstandards eingesetzt werden. Kommunikationsstandards leisten damit auch einen entscheidenden Beitrag zur Herstellung semantischer Integrität. Die wichtigsten Kommunikationsstandards lauten (vgl. Kap. 12.2.3, S. 574):

- *HL7*: Der Kommunikationsstandard Health Level 7 (HL7) wird für die Übermittlung patientenbezogener Nachrichten ohne Bilddaten im KIS derzeit am häufigsten eingesetzt (<http://www.hl7.org>). Deshalb wird HL7 im folgenden Abschnitt detailliert beschrieben;
- *xDT*: Für die Kommunikation von Arztpraxen untereinander, mit Laboratorien, den Krankenkassen bzw. Kassenärztlichen Vereinigungen, aber auch mit Krankenhäusern wurde in Deutschland die Familie der xDT-Kommunikationsstandards entwickelt. Hierzu gehören
 - *ADT* (Abrechnungsdatenträger),
 - *BDT* (Behandlungsdatenträger),
 - *GDT* (Gerätedatenträger) und
 - *LDT* (Labordatenträger).

Man kann davon ausgehen, dass jedes für die ambulante Versorgung im niedergelassenen Bereich einzusetzende Softwareprodukt die erforderlichen xDT-Schnittstellen anbietet. xDT bietet sich dann als Kommunikationsstandard an, wenn Kommunikationsbeziehungen zwischen Anwendungsbausteinen innerhalb des Krankenhauses und in einer Arztpraxis realisiert werden sollen. xDT setzt das Tag/Value-Konzept um (vgl. S. 528), was mit zu seiner hohen Akzeptanz beigetragen hat;

- *EDIFACT*: Die Vereinten Nationen (UN) haben für den elektronischen Datenaustausch in Verwaltung, Handel und Verkehr den Kommunikationsstandard EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) gesetzt.

Bemühungen, diesen Standard auch für den KIS-Nachrichtenaustausch einzusetzen, waren nicht erfolgreich. EDIFACT konnte sich gegen HL7 bislang nicht durchsetzen. Für die Kommunikation des Krankenhauses mit seinen Geschäftspartnern (z. B. Lieferanten, Krankenkassen) ist EDIFACT aber nach wie vor erforderlich. Mit EDIFACT können z. B. Bestellungen, Lieferscheine oder Rechnungen übermittelt werden. Auch für die Übermittlung von Diagnose- und Therapiedaten an die Krankenkassen, zu der die Krankenhäuser nach dem SGB V verpflichtet sind, soll künftig EDIFACT eingesetzt werden;

- **DICOM:** Für die Bildübermittlung im Krankenhaus und über das Krankenhaus hinaus hat die US-amerikanische National Electrical Manufacturers Association (NEMA) den Kommunikationsstandard DICOM (*digital imaging and communications in medicine*) entwickelt (vgl. Kap. 8.3.4, S. 363). Mit DICOM können jedoch nicht nur medizinische Bilder, sondern auch die Daten der zugrunde liegenden Aufträge gesendet werden. Z. B. kann mit DICOM das Ergebnis einer radiologischen Untersuchung von den digitalen Modalitäten zum Befundungsarbeitsplatz oder ins PACS gesendet werden. Darüber hinaus kann ein RIS über DICOM digitale Bilder aus dem PACS und Befunde vom Befundungsarbeitsplatzsystem anfordern und an die Intensivstation senden. Dass in einer digitalisierten Abteilung für radiologische Diagnostik eines Krankenhauses Modalitäten, RIS, PACS und alle Bildbetrachtungssysteme untereinander DICOM-basiert kommunizieren, wird in absehbarer Zukunft selbstverständlich sein. Im Gegensatz zu HL7 definiert DICOM nicht nur ein Nachrichtenformat, sondern koppelt dies auch eng an Austauschformate.

Als Subinformationssystem des KIS ist das RIS auch auf Nachrichten aus dem PVS angewiesen und muss dorthin z. B. auch Abrechnungsdaten senden. Diese Kommunikation sollte auf der Basis von HL7 durchgeführt werden. Auch Leistungsanforderungen von Stationen und Ambulanzen werden die Radiologie möglicherweise als HL7-Nachrichten erreichen, wohingegen die Befunde und Bilder als DICOM-Nachrichten zurückkommen. Die Regelung dieses recht komplexen Wechselspiels hat sich die gemeinsame Initiative *Integrating the Healthcare Enterprise* (IHE) der US-amerikanischen Gesellschaften Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS) und Radiological Society of North America (RSNA) zur Aufgabe gemacht.

Health Level 7. Der Name dieses Kommunikationsstandards drückt aus, dass es sich um einen Standard für die Kommunikation auf der Ebene 7 des ISO/OSI-Referenzmodells für die Kommunikation handelt (<http://www.hl7.org>). HL7 beschreibt, zu welchen Ereignissen Nachrichten mit welchem Aufbau zwischen Anwendungsbausteinen im Gesundheitswesen und speziell im Krankenhaus ausgetauscht werden. HL7 geht davon aus, dass in einem Anwendungsbaustein A auf Grund des Eintretens eines Ereignisses eine Nachricht an einen anderen Anwendungsbaustein B gesendet wird (Abb. 10.15). Der für die Nachricht verwendete Nachrichtentyp hängt vom Typ des eingetretenen Ereignisses ab, beschreibt den Aufbau der versendeten Nachricht und legt die Bedeutung der einzelnen Teile der Nachricht fest. Nach dem Eintreffen der Nachricht bestätigt der Anwendungsbaustein B den Erhalt der Nachricht durch eine Bestätigung, die an den Anwendungsbaustein A zurückgesendet wird.

Beispiel: In Abb. 10.1 wird ein Kommunikationsserver verwendet, um Nachrichten von dem Patientenverwaltungssystem PVS zu dem Laborsystem LIS zu senden. Dabei übernimmt der Kommunikationsserver zunächst die Rolle des empfangenden Anwendungsbausteins B, um im zweiten Schritt als sendender Anwendungsbaustein A die Nachricht an LIS zu senden, das dann die Rolle von B übernimmt.

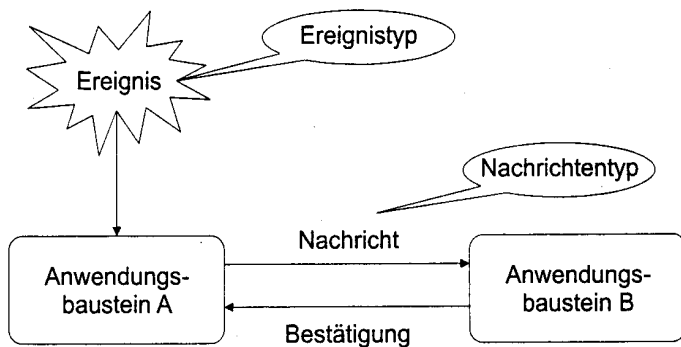


Abb. 10.15: Ereignisgesteuerte Kommunikation bei HL7

Wenn eine Nachricht als Folge von ASCII-Zeichen zusammengestellt wurde, bleibt es der jeweiligen Implementierung überlassen, wie die Kommunikation zwischen den physischen Datenverarbeitungsbausteinen abläuft, d. h. wie das Austauschformat auf den Ebenen 1 bis 6 des ISO/OSI-Referenzmodells aussieht. Hierzu gibt es in HL7 keine Vorgaben. So kann eine Nachricht z. B. in eine Textdatei geschrieben und auf einer Diskette oder über einen FTP-Filetransfer transportiert werden. Auch das auf der physischen Werkzeugebene zu verwendende Austauschformat und -protokoll ist also in jedem Einzelfall einer Kommunikationsbeziehung zu klären.

HL7 besitzt einen umfangreichen Katalog von Kommunikationselementen:

- *Ereignistypen* werden jeweils durch ein dreistelliges Kürzel bezeichnet. So steht z. B.
 - „A01“ für die Aufnahme eines Patienten,
 - „A02“ für die Verlegung eines Patienten innerhalb des Krankenhauses,
 - „A03“ für die Entlassung eines Patienten oder
 - „R01“ für die Fertigstellung eines Untersuchungsergebnisses (Befund).

Den Ereignistypen sind Nachrichtentypen zugeordnet. Registriert z. B. in einem Labor des Krankenhauses das Laborsystem das Eintreten eines Ereignisses des Typs „R01“, so kann es eine Nachricht des Nachrichtentyps „ORU“ (*unsolicited transmission of an observation message*) versenden;

- *Nachrichtentypen* beschreiben zunächst, wie sich eine Nachricht dieses Typs in Segmente zu gliedern hat, die jeweils mit einem dreistelligen Kürzel bezeichnet werden. Segmente oder Segmentgruppen in geschweiften Klammern können wiederholt werden, solche in eckigen Klammern sind optional und können auch weggelassen werden. Z. B. definiert der Nachrichtentyp „ORU“ eine Segmentreihenfolge zur Übermittlung von Ergebnissen (z. B. Befunde) ohne vorherige Abfragenachricht. Eine Abfragenachricht wird gesendet, wenn ein Anwendungssystem ausdrücklich ein Ergebnis von einem anderen Anwendungssystem abfragt und darf nicht mit Auftragsnachrichten verwechselt werden;
- *Segmente* sind in Datenfelder gegliedert, die in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet sein müssen und durch ein Trennzeichen voneinander getrennt werden. So besteht z. B. der Nachrichtentyp „ORU“ aus den Segmenten (Abb. 10.16):
 - „MSH“: Alle Nachrichtentypen beginnen mit dem Segment „MSH“, dem Nachrichtenkopf (*message header segment*). In den Nachrichtenfeldern des „MSH“-Segments werden u. a. angegeben:
 - * „MSH-3“: sendender Anwendungsbaustein;
 - * „MSH-4“: sendende Organisationseinheit (*facility*);

- * „MSH-5“: empfangender Anwendungsbaustein;
- * „MSH-6“: empfangende Organisationseinheit.

Alle vier genannten Felder sind optional, d. h. sie müssen nicht zwingend gefüllt sein. Wird die Nachricht nicht unmittelbar an den Anwendungsbaustein gesendet, der als Empfänger vorgesehen ist, sondern wird ein Kommunikationsserver eingesetzt, muss dieser in der Lage sein, zu der Organisationseinheit den korrekten Anwendungsbaustein zu finden;

- „PID“: Im Segment „PID“ (*patient identification segment*) wird der Patient identifiziert, zu dem der übermittelte Befund gehört (u. a. Patientennummer, Name). Dieses Segment ist in allen patientenbezogenen Nachrichten enthalten.
- „NTE“: Das Segment „NTE“ (*notes and comments segment*) wird benutzt, um Kommentare oder Bemerkungen zu übermitteln;
- „PV1“: Das Segment „PV1“ (*patient visit segment*) enthält Daten zur Beschreibung von Krankheits- bzw. Behandlungsfällen (z. B. Fallnummer, Aufnahmeart) und die Station bzw. Ambulanz, der der Patient zugeordnet ist. Es ist in allen fallbezogenen Nachrichten enthalten. Während für die stationäre Patientenversorgung allgemein bekannt und genau festgelegt ist, was ein Fall ist, ist die Definition ambulanter Fälle zwischen den medizinischen Einrichtungen oft unterschiedlich;
- „PV2“: Das Segment „PV2“ (*patient visit – additional information segment*) enthält weitere Daten zur Fallbeschreibung (z. B. Aufnahmegrund, geplantes OP-Datum);
- „ORC“: Das Segment „ORC“ (*common order segment*) enthält allgemeine Daten zur Beschreibung eines Untersuchungs- oder Behandlungsauftrages (z. B. Auftragsnummer, Auftraggeber);
- „OBR“: Das Segment „OBR“ (*observation request segment*) enthält Daten zur genaueren Beschreibung eines Untersuchungsauftrages. Dazu gehören die in Auftrag gegebene Untersuchung und die zu untersuchende Körperregion bzw. das zu untersuchende Material;
- „OBX“: Das Segment „OBX“ (*observation/result segment*) wird benutzt, um Untersuchungsergebnisse oder andere Berichte zu übermitteln. Dabei enthält ein „OBX“-Segment i. d. R. nur einen Teil des Ergebnisses (z. B. Parameter eines Laborbefundes, Textzeile eines Radiologieberichtes) und ein vollständiger Bericht wird aus mehreren „OBX“-Segmenten zusammengesetzt;
- „CTI“: Das Segment „CTI“ (*clinical trial identification segment*) enthält Daten, die eine Zuordnung zu einer klinischen Studie (ggf. auch Studienphase) erlauben;
- „DSC“: Das Segment „DSC“ (*continuation pointer segment*) enthält Daten zur Verknüpfung von Anfragen bzw. Ergebnissen (z. B. Befunde) mit früheren Anfragen und Ergebnissen.

Jede HL7-Nachricht folgt streng den Vorgaben des Nachrichtentyps bzgl. der Reihenfolge der Segmente (Abb. 10.17). Auch die Datenfelder in den Segmenten folgen den vorgeschriebenen Reihenfolgen. Sie sind allerdings häufig leer, was an dem mehrfach unmittelbar aufeinanderfolgenden Trennzeichen zu erkennen ist. Die Bedeutung der in einer Nachricht übermittelten Daten ergibt sich damit immer aus der Reihenfolge und der relativen Position innerhalb der Nachricht.

MSH[PID[{NTE}]]PV1[PV2]]{ORC}OBR[{NTE}]{OBX}[[NTE]]{CTI}}{DSC}

Abb. 10.16: HL7-Nachrichtentyp „ORU“ zur Feststellung eines Befundes

Beispiel: Die Beispielnachricht des Typs „ORU“ in Abb. 10.17 wird vom Laborsystem „LABSYS“ versendet und ist für die Station „HAUT-M1“ bestimmt. Der Kommunikationsserver „KOMSERV“, an den die Nachricht zunächst gesendet wird, muss vom Kommunikationsadministrator so parametrisiert worden sein, dass er zu „HAUT-M1“ den Anwendungsbaustein „MED-DB“ auswählt und die Nachricht dorthin sendet. Im „MSH“-Segment wird durch dasjenige Zeichen, das unmittelbar auf die Sequenz „MSH“ folgt, festgelegt, dass dieses Folgezeichen in dieser Nachricht zum Trennen der Datenfelder verwendet wird. In Abb. 10.17 ist dies das Zeichen „|“.

```
MSH|^~\&|LABSYS||HAUT-M1|9261630||ORU^R01|19930425130144|P|2.2<CR>
MSA|AA|19930425130144||1<CR>
PID|||123456789|2718787|Müller^Hans||19500317|M<CR>
OBR|||19930425/100|1^BEFLCH|||19930425123459|19930425125023|20^m|||
|19930425122055|||19930425125543|||Sommer^Dr.<CR>
NTE|1||An die Station M1 (Haut) BEISPIELKLINIKUM<CR>
NTE|2||BEISPIELKLINIKUM Zentrallabor<CR>
NTE|3||Karte schlecht ausgefüllt<CR>
OBX|1|ST|1&Na^Natrium||142|mmol/||135-145.|N<CR>
OBX|2|ST|1&Ka^Kalium||4.2|mmol/||3.5-5.0|N<CR>
OBX|3|ST|1&Chl^Chlorid||111|mmol/||98.0-107|H<CR>
OBX|4|ST|1&Ca^Ca.ges.||2.46|mmol/||2.1-2.65|N<CR>
OBX|5|ST|1&Krea^KreatininS.||0.84|mg/dl||0.2-10.|N<CR>
OBX|6|ST|1&Harnst.||0.84|mg/dl|-45|N<CR>
OBX|7|ST|1&GOT^GOT(AST)||19|U/||-15|N<CR>
OBX|8|ST|1&GPT^GPT(ALT)||38|U/||-18|H<CR>
```

Abb. 10.17: Nachricht des HL7-Typs „ORU“

Trotz der weiten Verbreitung von HL7 ist eine Verwendung im Sinne von „plug & play“ aus verschiedenen Gründen leider oft nicht möglich:

- HL7 lässt den Anwendern zu viele Freiheiten bei der Bezeichnung von zu übermittelnden Begriffen. So muss z.B. zwischen den kommunizierenden Anwendungsbausteinen Abstimmung darüber erzielt werden, ob die Ausprägungen „männlich“, „weiblich“, „anderes“ und „unbekannt“ des Merkmals Geschlecht mit „m“, „w“, „a“ und „u“, mit „0“, „1“, „2“ und „3“ oder auf andere Weise bezeichnet werden sollen. HL7 sieht hierfür Tabellen vor, deren Inhalt aber bei der Implementierung einer Kommunikationsbeziehung erst festgelegt werden muss. Für manche Nachrichtfelder (z. B. „OBX-8“: *abnormal flags*) ist der zugelassene Wertebereich im Standard vorgeschrieben. Für andere (z. B. „PID-8“: *sex*) sind die Angaben nur Empfehlungen und müssen, wie bereits beschrieben, vereinbart werden.
- Hersteller von Softwareprodukten bieten HL7-Schnittstellen zu ihren Produkten an, die nicht alle erforderlichen Ereignistypen und/oder nicht alle notwendigen Nachrichtentypen versenden bzw. empfangen können. Hier ist also auch vor einer Kaufentscheidung eine sorgfältige Analyse erforderlich.
- Mit den real existierenden Implementierungen gibt es Probleme beim Abgleich von Katalogen. So ist es z. B. in einem OP-Dokumentationssystem für die Materialverbrauchsdocumentation erforderlich, eine stets aktuelle Kopie des Materialkatalogs der Materialwirtschaft zur Verfügung zu haben. Aber Schnittstellen, die die entspre-

chenden HL7 Ereignis- und Nachrichtentypen bedienen, werden von den Softwareherstellern oft nicht angeboten.

Tag/Value-Konzept. Aktuelle Entwicklungen gehen dahin, die im Internet bereits häufig verwendete Auszeichnungssprache XML (*extensible markup language*) für die Definition der Nachrichtentypen und die Formulierung der Nachrichten zu verwenden. XML bietet durch sein Tag/Value-Konzept die Möglichkeit, die Bedeutung von Teilen einer Nachricht nicht mehr nur über Reihenfolge und Position abzuleiten, sondern aus der Bezeichnung des jeweiligen Tag. Auf diesem Wege wird nicht nur die Flexibilität von HL7 gesteigert, sondern es wird gerade durch die Verschachtelungsmöglichkeiten auch seine Mächtigkeit als Sprache im Hinblick auf die Beschreibbarkeit von Sachverhalten im Krankenhaus erheblich vergrößert.

Beispiel: Das PID-Segment in Abb. 10.17 enthält das Geburtsdatum „19500317“ von Hans Müller, das in der Zeile „|123456789|2718787|Müller^Hans||19500317|M“ genau an der angegebenen Position stehen muss. Im Tag/Value-Konzept könnte die Kodierung auch mit dem Tag „<date of birth>“ für die Auszeichnung des Geburtsdatums lauten: „<date of birth>19500317</date of birth>“.

10.5.7 Funktions- und Präsentationsintegration im DB¹-KIS

Im Rahmen eines europäischen Forschungsprojektes wurde die *Healthcare Information Systems Architecture* (HISA) entwickelt [Ferrara 97]. HISA basiert auf einem DB¹-Architekturstil, bei dem das Datenbankschema des zentralen KIS-Datenbanksystems vorgegeben und ein Dienstangebot in das Zentrum der KIS-Architektur gestellt wird (Abb. 10.18).

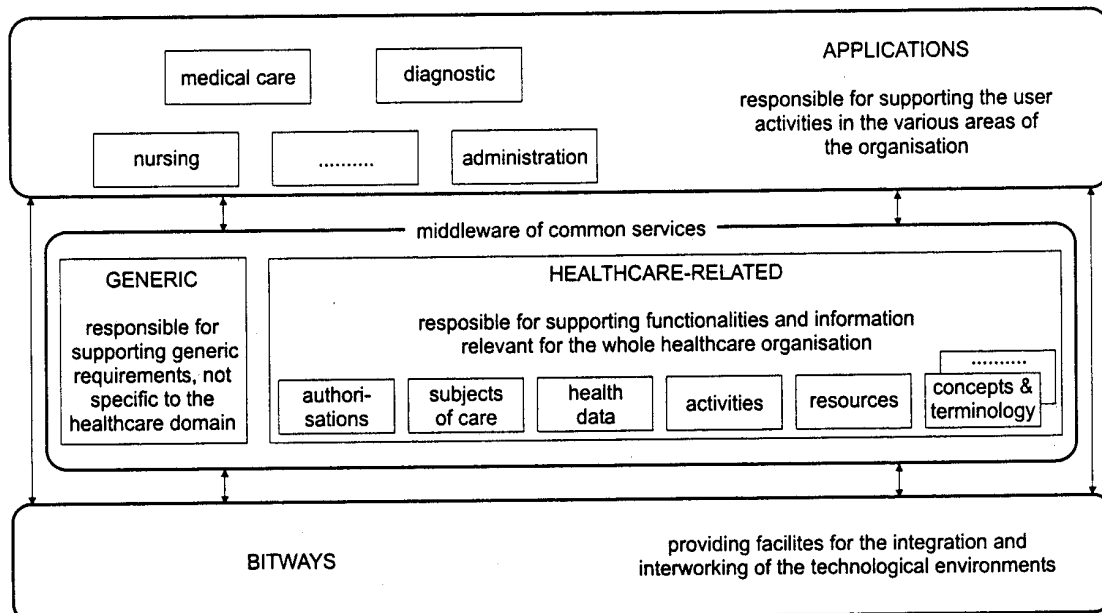


Abb. 10.18: Struktur der HISA nach [ENV 12967]

HISA-Dienste. Die für die Datenverarbeitung in Einrichtungen des Gesundheitswesens als typisch angesehenen Dienste werden im Sinne einer Middleware so angeboten, dass bereits bestehende Anwendungsbausteine darauf zugreifen können und so besser zusammenarbeiten. Die Dienste sind so konzipiert, dass neue Anwendungsbausteine ohne

eigenes Datenbanksystem für patientenbezogene Daten schnell und einfach realisiert werden können und so eine DB¹-Architektur für das KIS aufgebaut werden kann. Die HISA-Dienste werden in Gruppen zusammengefasst. Die Dienste der Gruppen dienen in Krankenhäusern der Verwaltung folgender Informationen:

- *Subjects of Care*: Beschreibung eines Patienten sowie seiner Kontakte und Behandlungsfälle im Krankenhaus;
- *Health Characteristic*: Beschreibung des Gesundheitszustands der Patienten;
- *Activity*: Aktivitäten oder Maßnahmen des Krankenhauses zur Versorgung der Patienten;
- *Resource*: Ressourcen des Krankenhauses (z. B. medizinische Geräte, Materialien, Personal, Gebäude);
- *Authorisation*: Autorisierung individueller Benutzer und Verwaltung ihrer Rechte;
- *Concept*: Begriffe und ihre Beziehungen (Terminologie), die im Krankenhaus verwendet werden.

HISA beschränkt sich bei der Definition der Dienste auf eine natürlichsprachliche Beschreibung von Objekttypen (*entities*) und die Forderung nach Lese- und Änderungsoperationen für diese Objekttypen. Die Beziehungen der Objekttypen untereinander werden durch Entity-Relationship-Diagramme dargestellt.

HISA-Norm. Es ist vorgesehen, HISA zu einer europäischen Norm weiterzuentwickeln [ENV 12967]. HISA selbst darf also nicht als Produkt verstanden werden. Vielmehr beschreibt HISA, welche Dienste ein Middleware-Produkt anbieten muss, um normkonform zu sein. Das erste HISA-konforme Produkt war das „Distributed Healthcare Environment (DHE)“ der italienischen Firma GESI. HISA-konforme Produkte werden nur dann erfolgreich sein können, wenn Sie über reine Datenbankdienste hinaus, wie Sie im Standard definiert sind, auch komplexere Dienste für die jeweils verwalteten Objekttypen anbieten.

10.5.8 Funktions- und Präsentationsintegration im DBⁿ-KIS

Funktions- und Präsentationsintegration lassen sich in einem KIS mit DBⁿ-Architekturstil sehr gut auf der Basis verteilter Objektsysteme, aber nicht allein mit nachrichtenorientierten Methoden erreichen (vgl. Abschn. 10.5.6). Der in Abschn. 10.5.5 unter dem Stichwort Middleware besprochene CORBA-Architekturstil bietet für die Funktions- und Präsentationsintegration hervorragende Mechanismen zur Nutzung von Funktionen und Diensten eines Anwendungsbausteins durch einen anderen.

CORBAMED-Dienst. Die von der Object Management Group für das Gesundheitswesen eingerichtete spezifische Arbeitsgruppe CORBAMED hat es sich – auch unter Nutzung der Arbeiten bei HISA – zur Aufgabe gemacht, standardisierte objektorientierte Schnittstellen für die Nutzung von Diensten und Funktionen zwischen Anwendungsbausteinen im Gesundheitswesen zu definieren. CORBAMED arbeitet dabei unter anderem eng mit den entsprechenden HL7- und DICOM-Arbeitsgruppen zusammen. Die CORBAMED-Arbeitsgruppe befasst sich u. a. mit der Standardisierung folgender Dienste, von denen einige bereits verabschiedet wurden:

- *Patient Centred Services*: Zu dieser Dienstegruppe gehören Dienste zur Verwaltung der Patientenakte, zur Identifikation und Beschreibung der Patienten sowie zum Spei-

chern und für den Zugriff auf demographische Daten, auf Daten über klinische Beobachtungen und auf Bilder;

- *Provider Centred Services*: Aufgabe dieser Dienste ist es, das für die Patientenversorgung verantwortliche ärztliche und pflegerische Personal bei der Durchführung einer systematischen und geplanten Therapie und Pflege zu unterstützen. Dafür sind Dienste für das Aufstellen und die Nutzung von Therapie- und Pflegeplänen für einzelne Patienten vorgesehen;
- *Enterprise Information Services*: Die Informationsdienste dieser Gruppe ermöglichen den Zugriff auf Behandlungsprotokolle und -standards, Arzneimittelkataloge, generelle oder einrichtungsspezifische Standards für die Qualitätssicherung, Lexika, Adressverzeichnisse, Karten und Pläne sowie auf Daten von Geschäftspartnern einschließlich der Beschreibung ihrer Beziehung zum Krankenhaus. Zusätzlich sind Dienste für die Kontrolle des Zugriffs auf Daten und die Autorisierung vorgesehen;
- *Administration Centred Services*: Schließlich werden in dieser Gruppe Informationsdienste standardisiert, die der Unterstützung administrativer und nicht-klinischer Aufgaben eines Krankenhauses dienen.

Diensteorientierte KIS-Struktur. Wie in Abb. 10.19 verdeutlicht, legt CORBAMED eine dienstorientierte Struktur nahe, während sich herkömmliche KIS auf der logischen Werkzeugebene durch eine aufgaben- und abteilungsbezogene Struktur auszeichnen (vgl. Abb. 10.11, S. 510). Auch in den Krankenhäusern wird aktuell darüber diskutiert, ob für eine moderne wettbewerbsfähige Patientenversorgung die bisherige an Fachabteilungen orientierte Struktur nicht abgelöst werden sollte, z. B. durch eine am Behandlungsprozess orientierte Struktur, in der interdisziplinäre Teams die Versorgung des Patienten sicherstellen. Es ist daher davon auszugehen, dass sich die Architekturen der logischen Werkzeugebene in die von CORBAMED gewiesene Richtung entwickeln werden.

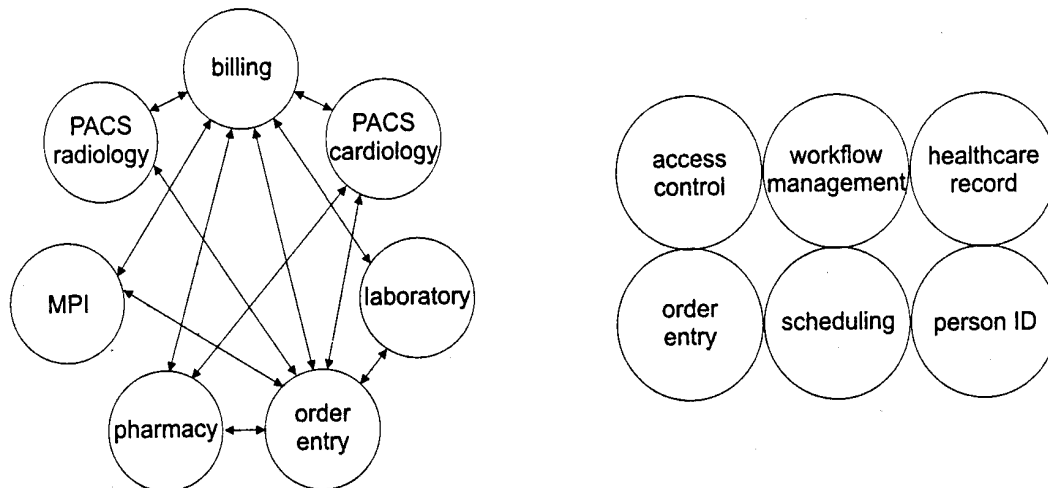


Abb. 10.19: Heutige abteilungsorientierte (links) und künftige diensteorientierte (rechts) KIS-Struktur nach (<http://www.omg.org/homepages/corbamed>)

10.5.9 Kontextintegration im KIS

Kontextintegration lässt sich auch dann erreichen, wenn Funktionsintegration nicht dadurch erzielt wurde, dass ein Anwendungsbaustein die Funktionen eines anderen An-

wendungsbausteins für den Nutzer transparent nutzt. Vielmehr ist Kontextintegration auch dann möglich, wenn der Nutzer an seinem Arbeitsplatzrechner aktiv die Anwendungsbausteine auswählen muss, die ihm die erforderlichen Funktionen bieten.

CCOW Patient Link. Zur Synchronisation auch unabhängig voneinander entwickelter Anwendungsbausteine auf einem klinischen Arbeitsplatzrechner hat die *Clinical Context Object Workgroup* (CCOW) als spezielles HL7-Komitee Standards entwickelt und publiziert (http://www.hl7.org/special/Committees/ccow_sigvi.htm). In einer ersten Version des Standards wird unter der Bezeichnung *Patient Link* ein Verfahren zur Synchronisation der Anwendungsbausteine bezüglich des ausgewählten bzw. identifizierten Patienten beschrieben. Wenn der Nutzer eines Anwendungsbausteins den ausgewählten Patienten wechselt, folgen alle anderen Anwendungsbausteine für den jeweiligen Arbeitsplatzrechner diesem Wechsel. Ergänzt wurde dies durch ein entsprechendes Verfahren, das die Daten über die Benutzerautorisierung an die anderen Anwendungsbausteine weiterleitet, wenn sich der Benutzer bei einem beteiligten Anwendungsbaustein angemeldet hat. Auf diese Weise kann das lästige Mehrfachanmelden desselben Benutzers bei unterschiedlichen Anwendungsbausteinen entfallen.

10.5.10 Integration in die Gesundheitsversorgungsregion

Für eine Integration des KIS in die Gesundheitsversorgungsregion sind auf der logischen Werkzeugebene Vorkehrungen zu treffen, damit die in Abschn. 10.4 beschriebene Aufgabe der Kooperation in der Gesundheitsversorgungsregion ermöglicht wird. Wie dort bereits angedeutet, ist eine effiziente Unterstützung dieser Aufgaben letztlich nur mit rechnerunterstützten Anwendungsbausteinen möglich. Diese Anwendungsbausteine des Krankenhauses müssen durch entsprechende Kommunikationsschnittstellen Kommunikationsbeziehungen zu den Anwendungsbausteinen anderer Einrichtungen der Gesundheitsversorgungsregion haben. Bei dieser Überschreitung der Grenzen des eigenen Krankenhauses ergeben sich besondere Probleme.

Verschlüsselung. Die bei der Kommunikation im Rahmen von Benachrichtigungen, Telekonsultationen oder Telekonferenzen aber auch bei der globalen Nutzung einer Patientenakte übermittelten Nachrichten müssen vor dem unbefugten Zugriff Dritter geschützt werden. Hierfür existieren Verschlüsselungsverfahren, die ausreichend sicher sind und für die auch Verschlüsselungssoftware kommerziell verfügbar ist. Probleme bereitet in diesem Zusammenhang allerdings die korrekte Identifikation des jeweiligen Kommunikationspartners.

Abhilfe schafft hier ein elektronischer Ausweis, der ähnlich dem Personalausweis zwar nicht vom Einwohnermeldeamt, aber von einer anderen anerkannten Zertifizierungsstelle herausgegeben wird. Für das Gesundheitswesen wird hierzu an verschiedenen Stellen die sog. Health Professional Card (HPC) erprobt, die für den Arzt auch gleichzeitig Arztausweis ist [Pharow 97]. Dort wo eine HPC nicht verfügbar ist, ist eine ausreichend sicher verschlüsselte Kommunikation mit einem anderweitig klar identifizierten entfernten Anwendungsbaustein nur dann möglich, wenn die Personen, die den Anwendungsbaustein nutzen, jeweils persönlich bekannt sind und sichergestellt ist, dass niemand anderes den Anwendungsbaustein nutzt.

Patientenidentifikation. Wir hatten bereits festgestellt, dass innerhalb eines Krankenhauses eine patientenbezogene Kommunikation nur dann möglich ist, wenn bei der Aufnahme der Patient eindeutig identifiziert und sowohl eine Patienten- als auch eine Fall-

identifikationsnummer vergeben wird. Dies ist nur möglich, wenn von allen Anwendungsbausteinen, die für die Aufnahme genutzt werden, unmittelbar auf die zentrale Patientendatenbank zugegriffen wird. In einer Region wird es nur in Ausnahmefällen (z.B. bei Rechtseinheit verschiedener Einrichtungen) möglich sein, die Patienten- und Fallidentifikationsnummern einheitlich und damit an einer zentralen Stelle zu vergeben. Die dadurch erschwerte Zusammenführbarkeit patientenbezogener Dokumente be- bzw. verhindert insbesondere den Aufbau einer globalen Patientenakte. Bei Benachrichtigungen, Telekonsultationen und -konferenzen kann die Patientenidentifikation aber auch durch die persönliche Abstimmung der beteiligten Personen möglich sein.

Eine Verbesserung bei der Patientenidentifikation kann durch den Aufbau eines sog. Master-Patientenindex (MPI) erreicht werden [Wang 99]. In einem MPI werden manuell oder halbautomatisch gefundene Zuordnungen von Patientenidentifikationsnummern aus unterschiedlichen Einrichtungen gespeichert und für alle Einrichtungen einer Region verfügbar gemacht.

HTTP. Es wird deutlich, dass die Verschlüsselungs- und Patientenidentifikationsprobleme eine rechnerunterstützte Integration in die Gesundheitsversorgungsregion be-, aber nicht verhindern. An die Stelle der hier zunächst zugrunde gelegten Kommunikation zwischen zwei Anwendungsbausteinen unterschiedlicher Einrichtungen kann bei Verwendung von Internet-Techniken auch die Nutzung eines Anwendungsbausteins des Krankenhauses in einer anderen Einrichtung treten.

Die Verwendung von HTTP ermöglicht auf sehr einfache und kostengünstige Weise z. B. einem niedergelassenen Arzt den Zugriff auf die elektronische Patientenakte eines Krankenhauses einschließlich der dort verwalteten Bilder z. B. aus der diagnostischen Radiologie. In einem solchen Szenario sind weiterhin die Verschlüsselungsprobleme relevant (wenn auch teilweise lösbar). Das Patientenidentifikationsproblem tritt jedoch in den Hintergrund [Müller 96].

10.6 Architektur der physischen Werkzeugebene

In seinem rechnerunterstützten Teil unterscheidet sich die physische Werkzeugebene eines KIS nicht von der eines Informationssystems in einem großen Industrieunternehmen. In Krankenhäusern werden dieselben Arbeitsplatzrechner, Server, Speichermedien und Kommunikationsnetze verwendet, wie anderswo auch. Daher entsprechen sich auch die Probleme, die sich für das Management der Informationssysteme ergeben (können).

Selbst in einem mittelgroßen Krankenhaus ist bei einer weitgehenden Ausstattung auch der klinischen Arbeitsplätze mit Arbeitsplatzrechnern schnell eine dreistellige Anzahl von Endgeräten (z. B. PC, Drucker) erreicht. In einem Universitätsklinikum ist eine Größenordnung von 3000 Geräten keine Ausnahme. Die Funktionsfähigkeit dieser Geräte im Zusammenspiel mit ihrem Server bzw. ihren Servern muss im Rahmen des operativen Informationsmanagements (vgl. Abschn. 10.7) sichergestellt werden.

10.6.1 Client/Server-Architekturstile

Die Architektur der physischen Werkzeugebene eines KIS kann unabhängig von der Architektur der logischen Werkzeugebene gewählt werden. Die zur Verfügung stehenden

Architekturstile wollen wir hier anhand der Art unterscheiden, wie für eine Gruppe von Anwendungsbausteinen die Aufgabenteilung zwischen Endgeräten (PC und Terminal), d. h. Clients, und zentralen Servern geregelt ist [Appelrath 00, Orfali 97].

Zentralrechner. Bei dem Zentralrechnerarchitekturstil steht für alle Anwendungssysteme ein Zentralrechner zur Verfügung, der von einfachen Terminals aus genutzt werden kann. Die Terminals dienen lediglich der Ein- und Ausgabe von Daten. Die Daten und Programme sind ausschließlich auf dem Zentralrechner lokalisiert, auf dem auch die Programmausführung stattfindet (Abb. 10.20). Dieser Architekturstil war bis Ende der 1980er Jahre in Krankenhäusern vorherrschend. Üblicherweise basierte ein KIS auf einem einzigen Zentralrechner, dem ein zweiter Zentralrechner als Ausfall- und Entwicklungsrechner zur Seite stand (vgl. Abschn. 10.6.2). Die Zentralrechner wurden von einem Rechenzentrum betrieben. In den 1990er Jahren galt dieser physische Architekturstil als veraltet. Wir werden weiter unten sehen, dass er derzeit jedoch wieder an Aktualität gewinnt.

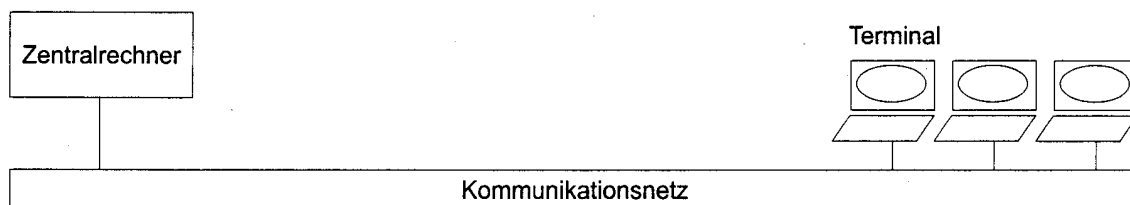


Abb. 10.20: Zentralrechnerarchitekturstil

Zweistufiger Stil. Mit Einführung des Personal Computers (PC) ergab sich die Möglichkeit, einen Teil der Programmausführung durch den PC übernehmen zu lassen. Dies ermöglichte u. a. graphische Benutzeroberflächen. Steht solchen PCs (Clients) ein Applikations- und Datenbankserver gegenüber, spricht man vom zweistufigen Client/Server-Architekturstil (Abb. 10.21). Der Applikations- und Datenbankserver speichert das Anwendungsprogramm und die Daten und ist auch für den größten Teil der Programmausführung zuständig. Möglich ist aber auch, dass die Programmausführung nach Laden des Anwendungsprogramms vollständig auf den Client verlagert wird.

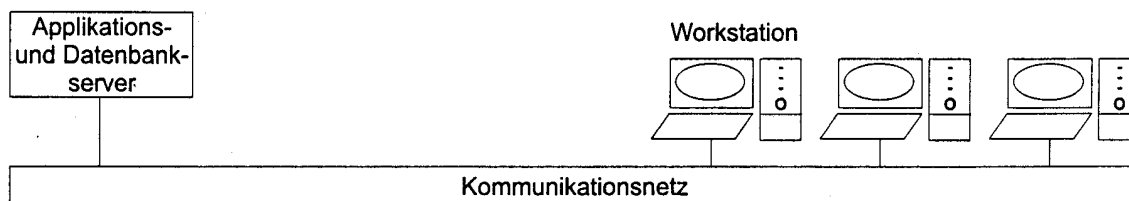


Abb. 10.21: Zweistufiger Client/Server-Architekturstil

In einer Variante werden zwei Server arbeitsteilig eingesetzt. Der Datenbankserver ist für die Datenspeicherung und -verwaltung zuständig, der Applikations-Fileserver dient nur der Speicherung des Anwendungsprogramms und die Programmausführung wird den Clients übertragen.

Dreistufiger Stil. Beim dreistufigen Client/Server-Architekturstil übernimmt der Applikationsserver nicht nur die Speicherung des Anwendungsprogramms, sondern auch (weitgehend) die Programmausführung (Abb. 10.22). Dies bedeutet, dass zur Laufzeit der Anwendungsbausteine, die auf dieser Hardwarekonfiguration installiert sind, eine

Kommunikation zwischen drei Komponenten erfolgen muss. Im Gegensatz zum zweistufigen Modell mit getrennten Servern spricht man dann nicht mehr von einem Applikations-Fileserver, sondern von einem Applikationsserver.

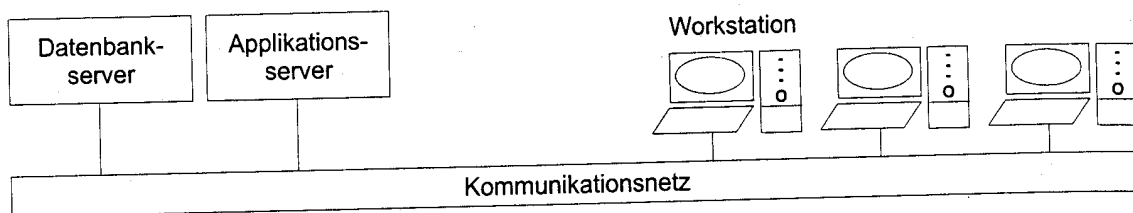


Abb. 10.22: Dreistufiger Client/Server-Architekturstil

Dezentraler Stil. Der Erfolg der zwei- oder dreistufigen Client/Server-Architekturen seit dem Ende der 1980er Jahre hängt wesentlich mit den vergleichsweise günstigen Kosten für die Server zusammen. Dies führte dazu, dass in Krankenhäusern abteilungsbezogene Anwendungsbausteine auch auf abteilungsbezogene Client/Server-Konfigurationen installiert wurden. So entstanden oft in einem einzigen Krankenhaus mehrere zwei- oder dreistufige Client/Server-Architekturen, bei denen die jeweiligen Server auch räumlich in den verschiedenen Fachabteilungen betrieben wurden. Dem Vorteil, nun gezielt Unterstützung für die Fachabteilungen anbieten zu können, stand der hohe Betriebsaufwand gegenüber. Denn nun musste für jeden Server, der lokal installiert war, ein eigenes kleines Rechenzentrum betrieben werden, um Datenschutz, Datensicherheit und Betriebssicherheit zu gewährleisten. Weiterer Aufwand entstand durch die Betreuung der vielen PCs, die im Gegensatz zu früheren Terminals jeweils konfiguriert werden müssen und bei denen z. B. auch für lokale Datensicherung gesorgt werden muss.

Thin Client. Aus diesen Problemen wurden in den vergangenen Jahren zunächst zwei Konsequenzen gezogen:

1. Die in den Fachabteilungen installierten Server wurden räumlich in das Rechenzentrum zurückverlagert;
2. Dem PC wurden Festplatte und Diskettenlaufwerk entnommen.

So konnte die Betreuung und der Betrieb der Rechenanlagen kostengünstiger von einer zentralen Stelle aus, dem Rechenzentrum, gewährleistet werden. Dieser Rezentralisierungsprozess wird durch die Einführung sog. Thin Clients weiter vorangetrieben. Thin Clients sind im Wesentlichen mit den früheren Terminals vergleichbar, verfügen aber über ausreichend Prozessorleistung, um graphische Benutzeroberflächen zu unterstützen. Auch alte PCs mit mittlerweile zu geringer Leistung für eine Programmausführung können u. U. noch als Thin Client eingesetzt werden. Für die Programmausführung ist beim Thin-Client-Architekturstil ein Terminalserver erforderlich (Abb. 10.23).

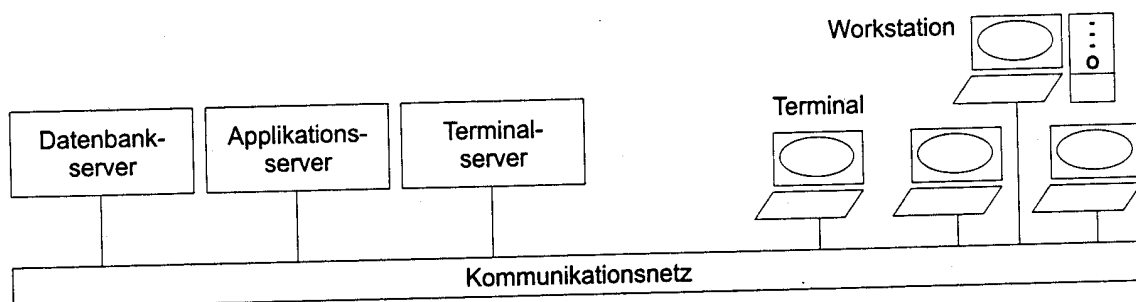


Abb. 10.23: Thin-Client-Architekturstil

Geht man nun davon aus, dass die Server weitgehend im Rechenzentrum lokalisiert sind und dort auch als gekoppelte Cluster betrieben werden, in dem ein Server im Notfall Aufgaben des anderen Servers übernehmen kann, ist die Situation des Zentralrechnerarchitekturstils weitgehend wieder erreicht. Dies spiegelt die Erkenntnis wider, dass die Dezentralisierung der physischen Werkzeugebene unter Berücksichtigung aller Kostenarten nicht zu einer Kostenreduktion, sondern vielmehr zu einer Kostensteigerung führt.

10.6.2 Verfügbarkeit

Auf der physischen Werkzeugebene muss eine hohe Verfügbarkeit der Anwendungsbausteine des KIS gesichert werden. Prinzipiell sollte ein Server mit seinen Peripheriegeräten in einem klimatisierten und mit unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV) ausgestatteten Raum betrieben werden, der durch eine wirkungsvolle Kontrolle vor unbefugtem Zugang geschützt wird. Gerade diese Notwendigkeit hat mit zu der o. g. Rezentralisierung beigetragen. Darüber hinaus sollten Server redundant ausgelegt werden.

Zentrale Redundanz. Zur Vermeidung von Datenverlusten bei Ausfall bzw. Beschädigung von Plattenspeichern können spezielle Plattenspeicher (*redundant array of inexpensive disks*, RAID) eingesetzt werden. In einem Gehäuse werden mehrere unabhängige Festplatten derart betrieben, dass Daten auf ihnen redundant gespeichert werden. Dabei werden unterschiedliche Sicherheitsstufen angeboten (z. B. RAID 1, RAID 2).

Im Zuge des Trends zur Rezentralisierung werden solche RAID-Plattenspeicher nun auch als universelle, zentrale Speichersysteme angeboten, die von Servern unterschiedlicher Betriebssysteme gleichzeitig genutzt werden können:

- *Storage Area Network:* Werden die Server und das Speichersystem in einem Netzwerk verbunden, kann jedem der Server auf dem Speichersystem ein exklusiver Speicherbereich zugeordnet werden. Die jeweiligen Speicherbereiche können dabei dynamisch variiert werden. Mit dieser Technik ist es auch möglich, die Sicherung der Datenbestände vieler Server auf ein tertiäres Speichermedium (z. B. Magnetband) auf eine einzige Anlage zu konzentrieren. Im KIS ist das Storage Area Network (SAN) eine geeignete und ggf. kostengünstige Technik, um in einer heterogenen Serverlandschaft für sichere Plattenspeicher und für Datensicherung und -archivierung zu sorgen;
- *Network Attached Storage:* Steht die Notwendigkeit im Vordergrund, Daten eines zentralen, universellen Speichersystems vielen Servern verfügbar zu machen, kann man sich der Technik des Network Attached Storage (NAS) bedienen. Diese Technik wird z. B. von Telefongesellschaften angewendet, bei denen die Verarbeitung einer großen Zahl von Lesezugriffen auf zentrale Verzeichnisse wegen der hohen Nutzerlast auf viele Server verteilt wird.

Beispiel: In einem KIS werden alle Text- und Bilddokumente der elektronischen Patientenakte von einem Anwendungsbaustein verwaltet. Um vielen Nutzern sehr schnell auch die Bilddokumente bereitstellen zu können, werden im Rahmen eines dreistufigen Client/Server-Architekturstils mehrere Applikationsserver betrieben, die gleichzeitig auf einen einzigen NAS-Datenbankserver zugreifen.

Dezentrale Redundanz. Ein Server kann nicht nur durch einen Fehler ausfallen, sondern auch geplant heruntergefahren werden. So erfordert z. B. der Release-Wechsel bei großen Anwendungssoftwareprodukten nicht selten die Stilllegung des betroffenen Servers für mehrere Stunden oder gar Tage. Um auch in solchen Situationen wichtige An-

wendungsbausteine in Betrieb halten zu können, sollten redundante Server verfügbar sein, auf die vor dem Release-Wechsel umgeschaltet werden kann. Diese Anlagen können zu anderen Zeiten z. B. für Tests genutzt werden.

Zur Sicherstellung des Betriebs eines Anwendungsbausteins, z. B. für die intensivmedizinische Überwachung auf einer Intensivtherapiestation, auch bei ungeplanten Ausfall des Servers kann ein Rechnerverbund mit einem weiteren Server aufgebaut werden:

- Eine *erste Sicherheitsstufe* kann dadurch erreicht werden, dass die beiden Server die Möglichkeit erhalten, auf denselben Plattenspeicher (z. B. RAID n) zuzugreifen. Bei Ausfall eines Rechners geht nur der Inhalt seines Arbeitsspeichers verloren; dann übernimmt der zweite Rechner. Bei der sog. Hot-Standby-Lösung erfolgt die Übernahme durch den zweiten Rechner automatisch innerhalb weniger Sekunden.
- Der Verlust des Arbeitsspeicherinhalts der ersten Maschine kann vermieden werden, wenn beide Server in einer *zweiten Sicherheitsstufe* in einem gespiegelten und synchronisierten Parallelbetrieb gefahren werden, bei dem der Arbeitsspeicher des einen Servers stets die Kopie des Arbeitsspeichers des anderen Servers enthält.

Aber auch eine solche Lösung schafft keine absolute Sicherheit. Hat z. B. ein Softwarefehler zum Ausfall eines Servers geführt, dann wird dieser auch den synchronisierten Parallelservers lahmlegen.

Bei einem synchronisierten Parallelbetrieb sollte dafür gesorgt werden, dass die beiden Server in unterschiedlichen Räumen oder besser noch in unterschiedlichen Brandabschnitten eines Gebäudes untergebracht sind. So kann die Betriebssicherheit auch bei unvorhergesehenen Katastrophen (z. B. Brand, Wasserschaden) verbessert werden.

Restrisiko. Selbst bei Gewährleistung einer sehr hohen Verfügbarkeit einzelner technischer Komponenten bleibt in einem komplexen KIS ein hohes Ausfallrisiko. Vergegenwärtigt man sich, dass der Behandlungsprozess eines Patienten oft nahezu alle Einrichtungen des Krankenhauses betreffen kann, dann wird klar, dass in diesem Prozess auch nahezu alle Anwendungsbausteine und Server betroffen sein können.

Beispiel: In einem kleinen KIS werden fünf Anwendungsbausteine und ebenso viele Server betrieben. Geht man optimistisch von einer mittleren Betriebssicherheit von 99,99 %, für jede Einzelkomponente aus (Ausfallzeit < 52 min pro Jahr), so ergibt sich für zehn gekoppelte Komponenten eine Gesamtverfügbarkeit von „nur“ noch 99,90 %, was einem Ausfallrisiko von bereits 8 h pro Jahr entspricht.

10.6.3 Sicherheit

An seinem Arbeitsplatz benötigt der Arzt sowohl den Zugriff auf rechnerunterstützte Anwendungsbausteine, um die Patientenbehandlung effizient planen oder dokumentieren zu können (z. B. medizinische Dokumentation, Arztbriefschreibung, Leistungskommunikation), als auch den Zugriff auf medizinisches Wissen im Internet (z. B. Medline), um eine Therapieentscheidung schnell und unter Nutzung aktueller Forschungsergebnisse treffen zu können. Oft besteht der Wunsch, beide Zugriffe an demselben PC (z. B. klinisches Arbeitsplatzsystem) zu ermöglichen. Eine dafür notwendige Öffnung des internen Kommunikationsnetzes des Krankenhauses *nach* außen schafft aber auch die Gefahr, dass *von* außen in das KIS eingedrungen wird. Im Zuge eines Risiko/Nutzen-Managements muss jedes Krankenhaus entscheiden, durch welche der folgenden Maßnahmenkombinationen es den so entstehenden Bedrohungen begegnet:

- Es erfolgt generell kein Anschluss des internen Kommunikationsnetzes an das Internet. Alle benötigten Wissensbanken werden in Kopie intern in einem Intranet bereitgestellt;
- Ein Zugang zum Internet wird nur für bestimmte PCs geschaffen, die ggf. auch an ein physisch separiertes Kommunikationsnetz (Wissenschaftsnetz) angeschlossen sind. Mit diesen PCs ist ein Zugriff auf patientenbezogene Daten physikalisch ausgeschlossen;
- Am klinischen Arbeitsplatzsystem kann gleichzeitig auf Wissen im Internet und auf lokale patientenbezogene Daten zugegriffen werden. Eine sog. Firewall muss dann für die Sicherheit vor unbefugtem Eindringen von außen sorgen.

10.7 Management von Krankenhausinformationssystemen

Die aktuelle Bedeutung der Informationsverarbeitung im Krankenhaus ergibt sich auch aus einer rein kostenbezogenen Analyse. So schätzte man bereits 1993, dass innerhalb der Europäischen Union ca. €3,5 Mrd in KIS investiert wurden. Eine neuere Untersuchung besagt, dass in Europa gegenwärtig für KIS €2,6 Mrd ausgegeben werden, in den USA sind es €3 Mrd [Iakovidis 00]. Trotz dieser erheblichen Aufwände zeigen Untersuchungen, dass 75–98% der untersuchten rechnerunterstützten Anwendungsbau- steine als Fehlschlag zu werten waren [Berg 99]. Diesen Analysen zufolge waren und sind organisatorische Einflüsse Schlüsselfaktoren für den Erfolg bzw. Misserfolg von rechnerunterstützten Werkzeugen der Informationsverarbeitung.

Die folgende Übersicht zum strategischen, taktischen und operativen KIS-Management ist in [Winter 98] ausführlich dargestellt.

10.7.1 Begriffsbestimmung

Management. Der Begriff Management kann sowohl als Institution als auch als Funktion eines Unternehmens verstanden werden. Als *Institution* umfasst das Management alle Einrichtungen eines Unternehmens, die Entscheidungen über die Festlegung, die Steuerung und die Koordination der Aktivitäten untergeordneter Stellen treffen können. Als *Funktion* umfasst das Management alle Aufgaben nicht ausführender Art, die zur Bestimmung der Ziele, der Struktur und der Handlungsweisen des Unternehmens sowie zu deren Verwirklichung dienen. Für das funktionelle Management lassen sich stets drei Aufgaben identifizieren:

- Planung;
- Steuerung;
- Überwachung.

Von dem *allgemeinen Management*, das sich auf das gesamte Unternehmen bezieht und der Geschäftsleitung entsprechende Werkzeuge zur Verfügung stellen muss, lässt sich das *Geschäftsbereichsmanagement* abgrenzen. Dieses umfasst die Managementaufgaben in einzelnen Geschäftsbereichen (z.B. Marketing, Forschung, Produktion, Personalwesen, Informationsverarbeitung).

Informationsmanagement. Das Management in dem Geschäftsbereich Informationsverarbeitung bezeichnen wir als Informationssystemmanagement oder kurz Informati-

onsmanagement. Es lässt sich gliedern in das Management von Information, von Anwendungsbausteinen und von rechnerunterstützter und nicht-rechnerunterstützter Informations- und Kommunikationstechnik. Darüber hinaus lassen sich dem Aufgabentrias des allgemeinen Managements (Planung, Überwachung, Steuerung) jeweils drei Planungshorizonte zuordnen:

- *Strategisch*: Planung, Steuerung und Überwachung befassen sich auf der strategischen Aufgabenebene mit der Informationsverarbeitung als Ganzes und beziehen sich auf die grundsätzliche zukünftige Entwicklung des Unternehmens bzw. des Geschäftsbereichs Informationsverarbeitung. Das Ergebnis der Durchführung der strategischen Aufgaben kann zusammenfassend als *Architektur des Informationssystems* bezeichnet werden.
- *Taktisch*: Auf der taktischen Aufgabenebene beziehen sich Planung, Steuerung und Überwachung auf einzelne für die Informationsverarbeitung benötigte Komponenten. Das Ergebnis der Durchführung der taktischen Aufgaben kann zusammenfassend als *Informationssystem* des Unternehmens bezeichnet werden.
- *Operativ*: Die operativen Aufgaben (z. B. Betrieb des KIS) selbst gehören nicht zu den Aufgaben des Managements von Informationssystemen. Trotzdem müssen sie geplant, gesteuert und überwacht werden. Die Durchführung der operativen Aufgaben des Informationsmanagements gewährleistet dann einen möglichst störungsfreien Betrieb.

Qualitätsmanagement. Zunehmend gewinnen Qualitätsmanagement und -sicherung als integrative Bestandteile der Kernprozesse eines Unternehmens an Bedeutung. Sie werden daher ebenso wie das Management der Informationsverarbeitung zu Querschnittsfunktionen im Unternehmen. Qualitätsmanagement und -sicherung sind deshalb sinnvollerweise auf allen Aufgabenebenen des Informationsmanagements zu berücksichtigen.

KIS-Management. Das Management von Krankenhausinformationssystemen (KIS-Management) ist das Informationsmanagement in Krankenhäusern (Abb. 10.24):

- Es umfasst als *Gegenstandsebenen*
 - das Management von Information,
 - das Management von Anwendungsbausteinen und
 - das Management von rechner- und nicht-rechnerunterstützter Informations- und Kommunikationstechnik;
- Es umfasst als *Aufgaben*,
 - das KIS zu planen, wobei die strukturelle Planung den Aufbau und die Weiterentwicklung umfasst,
 - den Betrieb des KIS zu steuern und
 - die Einhaltung der Planvorgaben sowie den Betrieb zu überwachen;
- Es umfasst als *Planungshorizonte*
 - das strategische,
 - das taktische und
 - das operative Management.

Auf Grund unserer Definition des KIS-Begriffs beginnt der KIS-Aufbau frühestens mit dem Beginn der Planung eines Krankenhauses und endet mit dem Beginn des Betriebs des Hauses. Mit dem Betrieb des Krankenhauses und damit auch mit dem Betrieb des

Krankenhausinformationssystem folgt für das KIS-Management, dass im Rahmen der Planung nun ausschließlich die Weiterentwicklung und nicht mehr der Aufbau zu betrachten ist.

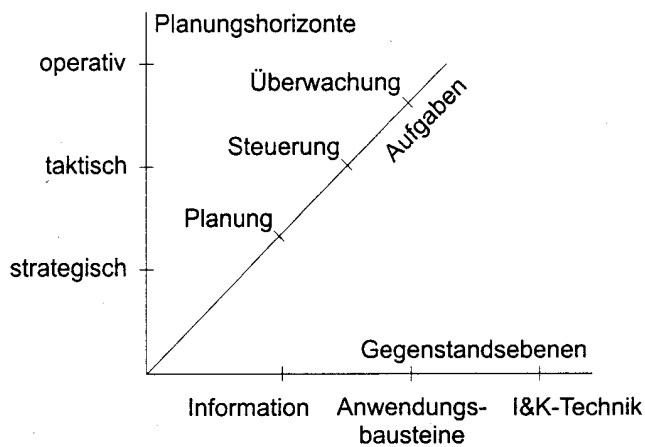


Abb. 10.24: Drei Dimensionen für das KIS-Management nach [Winter 98]

10.7.2 Strategisches KIS-Management

Beim strategischen KIS-Management steht das KIS als Ganzes oder in wesentlichen Teilen und seine grundsätzliche zukünftige Entwicklung im Vordergrund.

Planung. Die KIS-Planung im Rahmen des strategischen Managements bezeichnet man als Rahmenplanung. Die Rahmenplanung gibt i. d. R. für einen begrenzten Zeitraum (z. B. 3–5 Jahre) allgemeine Leitlinien für den Aufbau bzw. die Weiterentwicklung des KIS vor. Das Ergebnis der Durchführung der strategischen Aufgaben ist in einem ersten Schritt ein Rahmenplan (Rahmenkonzept, Gesamtkonzept), der regelmäßig aktualisiert werden muss. Abb. 10.25 verdeutlicht die Komplexität der Rahmenplanung für das Informationsmanagement im Krankenhaus.

Der Rahmenplan spielt für das Informationsmanagement eine zentrale Rolle (Abb. 10.25). Ausgehend vom Leitbild und den strategischen Zielen des Krankenhauses sowie den hieraus resultierenden strategischen Zielen der Informationsverarbeitung gibt er für das taktische Management vor, welche Projekte (z. B. Einführung biometrischer Autorisierungsmechanismen) bearbeitet werden müssen, und er legt für das operative Management fest, welche Ressourcen (z. B. finanzielle Mittel, Personal, Fortbildung, Soft- und Hardware, Räume, Energie) für den KIS-Betrieb zur Verfügung stehen. Die Struktur eines Rahmenplans für die Informationsverarbeitung lässt sich wie folgt beschreiben:

1. *Strategisches Ziel:* Primäres Ziel aller Krankenhäuser ist es, neben möglicherweise ökonomischen Zielen, solche Leistungen anzubieten, die die Gesundheit ihrer Patienten wiederherstellt oder verbessert. In diesem Sinne sind alle Krankenhäuser gleich. Unterschiede ergeben sich erst durch die Formulierung spezifischer Ziele (z. B. Zahl der ambulanten Patienten steigern, durchschnittliche Verweildauer von stationären Patienten senken, Qualitätsmanagement ausbauen, Zusammenarbeit mit Gesundheitseinrichtungen der Region verbessern, Modernisierung des Krankenhauses vorantreiben, Gewinn erhöhen, Patienten verstärkt in den Mittelpunkt stellen). Offensichtlich resultieren aus diesen unterschiedlichen und teilweise widersprüchlichen

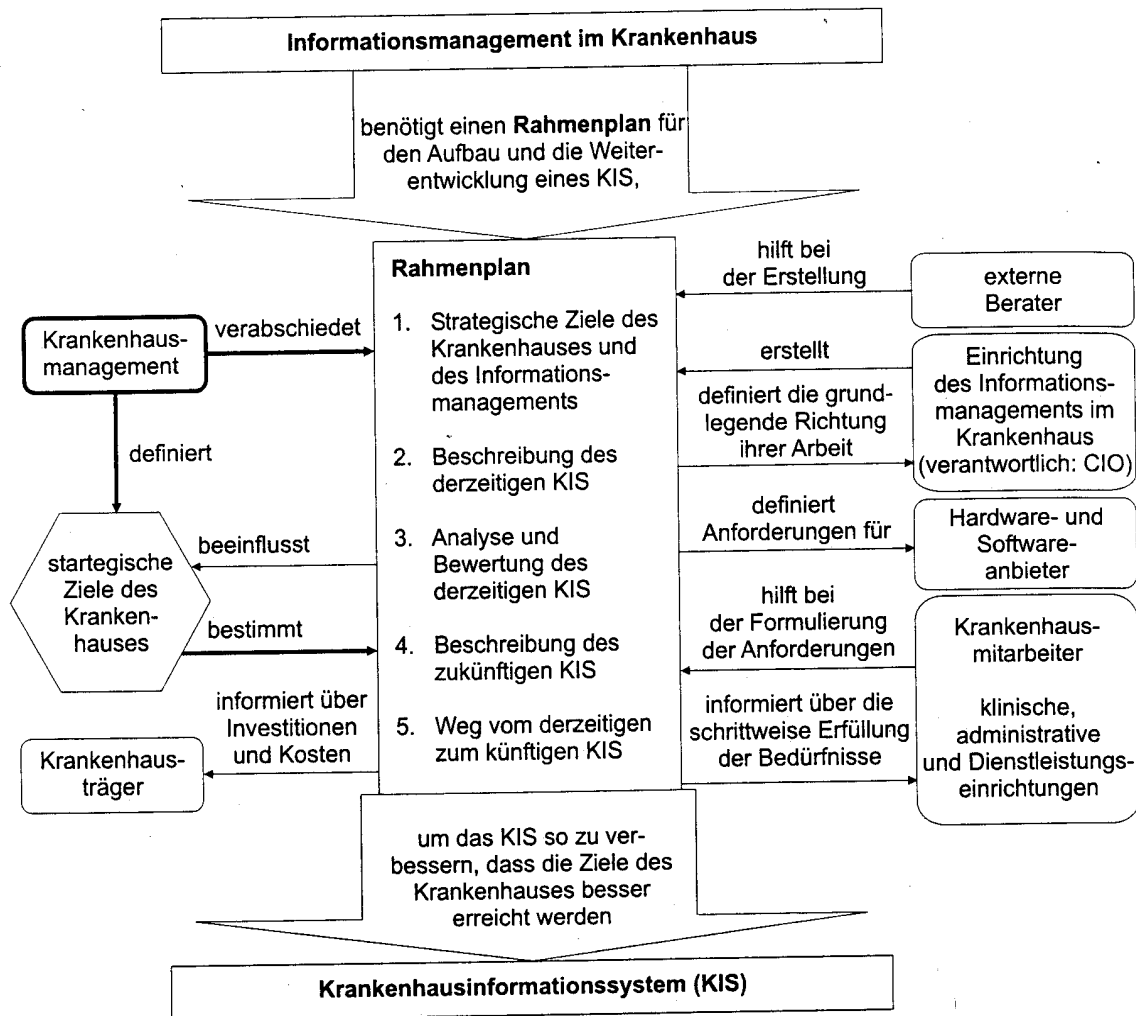


Abb. 10.25: Rahmenplanung für das Informationsmanagement im Krankenhaus nach [Winter 02]

Zielen auch unterschiedliche Ziele der Informationsverarbeitung, die sich wiederum in verschiedenen KIS-Architekturen widerspiegeln können.

2. **Zustandsbeschreibung:** Bevor die Planung des künftigen KIS erfolgen kann, muss sein derzeitiger Zustand beschrieben werden. Dies erfordert ein hohes Maß an Disziplin, da die beteiligten Personen primär interessiert, wie das KIS zukünftig aussehen soll. Die Beschreibung des derzeitigen KIS ist jedoch die Grundlage dafür, die Aufgaben zu identifizieren, die durch informationsverarbeitende Werkzeuge bereits gut unterstützt werden, und diejenigen, bei denen es noch einer Unterstützung bedarf. Das heißt, es müssen sowohl die bestehenden Anwendungsbausteine als auch die derzeit eingesetzte Informations- und Kommunikationstechnologie vor allem hinsichtlich ihres Beitrags zur Unterstützung der Aufgaben des Krankenhauses beschrieben werden. Die Aufgaben können mittelbar oder unmittelbar aus den Zielen des Krankenhauses abgeleitet werden.

Probleme der Informationsverarbeitung haben nicht immer einen technischen Hintergrund, oft sind es auch Schwächen in der Organisation des Informationssystems und des Informationsmanagements. Insofern ist es von Bedeutung, diese in die Beschreibung des derzeitigen Zustands mit einzubeziehen.

3. **Analyse und Bewertung:** Im Anschluss an die Beschreibung des derzeitigen Zustands sollte das KIS hinsichtlich der strategischen Ziele des Krankenhauses und der

Informationsverarbeitung analysiert werden. Hierbei ist zu bedenken, dass nicht in jedem Fall der Einsatz rechnerunterstützter Werkzeuge der Informationsverarbeitung notwendig ist. Z.B. können fehlende Rechner in den Patientenzimmern und die dadurch bedingte papierbasierte Dokumentation der klinischen Befunde sehr wohl mit dem Ziel des Krankenhauses konform sein, den Patienten in den Mittelpunkt zu stellen.

4. *Soll-Vorgabe*: Aus der Analyse und Bewertung des derzeitigen Zustandes wird der zukünftige Zustand des KIS abgeleitet, durch den die strategischen Ziele des Krankenhauses besser unterstützt werden sollen. Für das künftige KIS ist einerseits zu prüfen, welche neuen Technologien und Entwicklungen berücksichtigt werden müssen. Andererseits ist zu klären, welche organisatorischen Verbesserungen des Informationsmanagements erforderlich sind und welche Konsequenzen dies z.B. für die personelle Ausstattung in diesem Bereich hat. Hierbei sollte – so dieser nicht bereits existiert – ein Chief Information Officer (CIO) eingeführt und seine Rolle im Krankenhaus hinsichtlich Kompetenz und Verantwortung festgelegt werden (vgl. Abschn. 10.9).
5. *Migrationsweg*: Der letzte Abschnitt des Rahmenplans soll Schritt für Schritt aufzeigen, wie der Weg vom derzeitigen zum künftigen Zustand des KIS zu beschreiten ist. Es müssen die zu initiiierenden Projekte des taktischen Informationsmanagements einschließlich der notwendigen Ressourcen (z.B. Personal, Investitionskosten, zeitlicher Aufwand) beschrieben werden. Auch zukünftige Betriebskosten sollten berücksichtigt werden. Die Projekte sind sowohl hinsichtlich ihrer Priorität als auch hinsichtlich ihrer Abhängigkeiten einzuordnen.

Diese grobe 5-Punkte-Struktur kann an die spezifischen Anforderungen eines individuellen Krankenhauses angepasst werden. Insbesondere sollte eine kurze Zusammenfassung der wesentlichen Aussagen und Anhänge, die die organisatorische Struktur, die personellen Ressourcen, die Gebäude, die Netzwerkarchitektur etc. beschreiben, den Rahmenplan ergänzen.

Steuerung. Neben der Rahmenplanung, die in größeren Zeitintervallen zu aktualisieren ist, ist die Steuerung eine ständige Aufgabe des strategischen Managements. Ziel der Steuerung ist die Umsetzung des Rahmenplans. Entsprechend der Zielvorgabe ist das KIS z.B. zu befähigen, Informationen über Patienten, medizinisches Wissen und Informationen über die Qualität der Patientenversorgung und über das Leistungs- und Kostengeschehen im Krankenhaus verfügbar zu machen. Die Steuerung erfolgt i. d. R. durch die Initiierung von Projekten, die sich mit dem Aufbau oder der Weiterentwicklung einzelner KIS-Komponenten befassen. Die Durchführung dieser Projekte fällt in den Bereich des taktischen Managements.

Überwachung. Auch die Überwachung ist eine ständige Aufgabe des strategischen Managements. Überwachung bedeutet die kontinuierliche Überprüfung, ob das KIS entsprechend dem Rahmenplan strukturiert ist und die Zielvorgaben erreicht werden. Z.B. muss fortlaufend geprüft werden,

- ob das Personal auf Station oder in den Ambulanzen die benötigten Informationen über Patienten (z.B. Befunde) so rechtzeitig und so vollständig erhält, wie es nach dem Stand der Technik möglich ist;
- ob auch nachts Wissen über aktuelle Therapieformen und die Wechselwirkungen der hierbei einzusetzenden Arzneimittel am Arbeitsplatz des Arztes verfügbar ist;

- ob das KIS der Krankenhausleitung ermöglicht, die Ertragslage des Hauses und den Zusammenhang zwischen verursachten Kosten und erwirtschafteten Erlösen korrekt zu beurteilen.

Die Ergebnisse der Überwachung können in Rückwirkung auf die Steuerung zur Initiierung weiterer Projekte des taktischen Managements oder in Rückwirkung auf die Planung zur Korrektur des Rahmenplans, d. h. zu Aktivitäten des strategischen Managements führen.

10.7.3 Taktisches KIS-Management

Im Vordergrund der Arbeit des taktischen Managements steht i. d. R. eine bestimmte informationsverarbeitende Aufgabe [Haux 98]. Die Organisation der Betreuung und Wartung informationsverarbeitender Werkzeuge zur Unterstützung bestimmter Aufgaben ist dabei Teil des operativen Managements. Wenn jedoch ersichtlich wird, dass bei der Erledigung der Aufgaben Probleme auftreten – weil z. B. informationsverarbeitende Werkzeuge die Aufgabe nicht adäquat unterstützen können –, dann sind entsprechende Projekte im Rahmen des taktischen KIS-Managements erforderlich.

Projekte, die auf Grund der Überwachungstätigkeiten auf der strategischen Ebene als erforderlich erkannt worden sind, werden in der Planungsphase durch das taktische Management vorbereitet. Sie können sich z. B. auf folgende Themen beziehen:

- Weiterentwicklung einer medizinischen Basisdokumentation u. a. zur Sicherstellung der gesetzlich geforderten krankenhausesweiten Qualitätssicherung;
- Einführung eines medizinischen Wissensservers;
- Einführung von Anwendungsbausteinen für die OP-Dokumentation, bei denen die Diagnosedokumentation, Maßnahmendokumentation, Leistungsdokumentation und die Schriftguterstellung (z. B. Arztbriefe) und -verwaltung integriert sind;
- Einführung von Anwendungsbausteinen für Dokumentation und integrierte Schriftguterstellung (z. B. Arztbriefe, Berichte, Befunde) und -verwaltung.

Phasenmodell. Zur Vorgehensweise bei der Planung, der Durchführung und dem Abschluss von Projekten für das KIS-Management legen wir als Vorgehens-Referenzmodell ein Phasenmodell zugrunde (Tab. 10.2).

Tabelle 10.2: Phasenmodell für Projekte des taktischen KIS-Managements nach [Haux 98]

Planung	1. Projektplanung	
Durchführung (Steuerung)	2a. Systemanalyse 2b. Systembewertung 2c. Systemauswahl 2d. Systembeschreibung 2e. Systemeinführung	Projektbegleitung (Überwachung)
Abschluss	3. Projektabschluss	

Dabei ist zu beachten, dass zum einen nicht jedes Projekt auch jede Phase durchläuft. Zum anderen können Phasen innerhalb eines Projektes auch wiederholt werden, z. B. wenn nach Einführung einer Informationssystemkomponente die Situation analysiert und bewertet werden soll (Vorher/Nachher-Vergleich). Ob und wie umfangreich die sieben Phasen durchlaufen werden, hängt also von dem jeweiligen Vorgehensplan und insbesondere von der Frage- bzw. Aufgabenstellung des Projektes ab:

1. Die *Projektplanung* steht zu Beginn eines Projekts. Auf ihr aufbauend werden die weiteren Phasen durchgeführt. Projekte für das KIS-Management müssen vor ihrer Durchführung sorgfältig geplant werden. Andernfalls besteht in deutlich höherem Maße das Risiko, dass die durchgeführten Arbeiten nicht die gewünschten Ergebnisse erzielen bzw. zusätzliche, an sich unnötige Folgearbeiten nach sich ziehen. Das wiederum hat i. d. R. zur Konsequenz, dass zugesagte Zeiten für Projektabschlüsse überschritten werden und dass höhere Aufwände entstehen.

Nach Abschluss dieser Projektphase liegen als Ergebnis der Projektbeginn sowie als Dokumente die Bestätigung der Projektannahme, der (verabschiedete) Vorgehensplan und Dokumentationsrichtlinien vor.

2. Die *Projektbegleitung* schließt sich an die Projektplanung an und verläuft dann parallel zu allen übrigen Phasen der Projektdurchführung. Wenn ein Projekt sorgfältig geplant wurde, ist bereits ein wesentlicher Schritt getan, um die Projektziele zu erreichen. Nach der Planung muss ein Projekt aber auch weiterhin organisatorisch begleitet werden. Die Projektbegleitung dient der Kontrolle des Projekts im Hinblick auf die Einhaltung des Vorgehensplans und die Überwachung der Ergebnisse. Darauf basierend können bei Bedarf korrigierende Maßnahmen eingeleitet werden. Eine projektbegleitende Berichterstattung hält den jeweils aktuellen Stand des Projekts fest. Die Projektbegleitung selbst besteht aus fünf Phasen:

- a. Die *Systemanalyse* ist nach der Projektplanung die zweite Phase im Phasenmodell für Projekte für das KIS-Management. Sie wird in vielen Projekten durchlaufen. Ein Projekt wird dann initiiert, wenn ein Problem vorliegt, das es zu lösen gilt. I. d. R. sind aber Art und Umfang der Problemstellung zu Anfang noch nicht vollständig klar. Um den Problembereich beschreiben und die Ursachen und möglichen Lösungen ermitteln zu können, muss häufig zunächst das (Sub-)Informationssystem analysiert und beschrieben werden, das Gegenstand des Projekts ist. Je nach Art des Problems sollten noch andere (Sub-)Informationssysteme untersucht werden. Außerdem ist ggf. eine Marktanalyse notwendig.

Nach Abschluss dieser Projektphase liegen als Dokumente die Beschreibung des (Sub-)Informationssystems des Krankenhauses, ggf. anderer (Sub-)Informationssysteme und eine Übersicht über Produkte auf dem Markt vor;

- b. Die *Systembewertung* wird nach der Systemanalyse des eigenen (Sub-)Informationssystems durchgeführt. Abhängig vom Vorgehensplan kann dies vor, während oder auch nach der Systemanalyse anderer (Sub-)Informationssysteme bzw. einer Marktanalyse erfolgen. Die meisten Projekte für das Management von Informationssystemen haben zum Ziel, ein bestehendes (Sub-)Informationssystem zu verbessern. Um genau festlegen zu können, welche Teile des (Sub-)Informationssystems unbefriedigend arbeiten, werden in der Systembewertung die Stärken und Schwachstellen des (Sub-)Informationssystems herausgearbeitet. Eine Soll-Zustandsbeschreibung zeigt auf, in welche Richtung die Verbesserung des (Sub-)Informationssystems gehen soll. Für einen Vergleich werden auch andere (Sub-)Informationssysteme bewertet. Allerdings kann, trotz Verwendung von Bewertungsmethoden, die quantitative Ergebnisse erzeugen, eine objektive Bewertung in der Praxis nie erreicht werden. Daher sind einschlägige Aktivitäten und Methoden erforderlich, um die Subjektivität kontrollierbar und Entscheidungen transparent zu machen.

Nach Abschluss dieser Projektphase liegen als Dokumente die Bewertungskriterien für die Systembewertung, die Beschreibung des Soll-Zustands, die Einzel-

und Gesamtbewertung des eigenen und anderer (Sub-)Informationssysteme und des Marktes sowie als Ergebnis die Entscheidung für ein Lösungsmodell vor;

- c. Die *Systemauswahl* wird nach der Systembewertung durchgeführt, wenn auf Grund der Ergebnisse ein Softwareprodukt oder ein konventionelles Werkzeug zur Verbesserung des vorliegenden (Sub-)Informationssystems ausgewählt werden soll. Manche Projekte beginnen mit der Systemauswahl als erste Phase, sofern die Ziele des Informationsmanagements und die Schwachstellen des (Sub-)Informationssystems bereits bekannt sind. Wenn eine oder mehrere Komponenten eines (Sub-)Informationssystems ersetzt werden sollen, gibt es dazu meist unterschiedliche Möglichkeiten. Bei der Systemauswahl wird das optimale Softwareprodukt zur Unterstützung der entsprechenden Aufgaben ermittelt.

Nach Abschluss dieser Projektphase liegen als Dokumente das Pflichtenheft, weitere Ausschreibungsunterlagen, die eingegangenen Angebote für ein Produkt und der Vergleich der Angebote sowie als Ergebnis die Entscheidung für ein Produkt vor;

- d. Die *Systembereitstellung* folgt der Systemauswahl, wenn darin ein Softwareprodukt ausgewählt wurde, das im Unternehmen eingeführt werden soll bzw. der Entschluss zur (Eigen-)Entwicklung getroffen wurde. Es ist auch möglich, ein Projekt mit der Systembereitstellung zu beginnen. In vielen Projekten ist es nicht möglich, eine Komponente für ein (Sub-)Informationssystem direkt nach der Auswahl einzuführen. Um die Beschaffung eines Softwareprodukts in die Wege zu leiten und durchzuführen, sind oft mehrere Aktivitäten notwendig. Dies gilt vor allem auch für (Eigen-)Entwicklungen und Adaptierungen. Deshalb liegt die Systembereitstellung als eigene Phase zwischen der Systemauswahl und der Systemeinführung. Sie ist besonders wichtig bei rechnerunterstützten Werkzeugen. Die Systembereitstellung ist abgeschlossen, wenn auf der Basis des Softwareprodukts ein Anwendungsbaustein entstanden ist.

Nach Abschluss dieser Projektphase liegen als Ergebnis der Anwendungsbaustein sowie als Dokumente die Beschreibung des Softwareprodukts, Handbücher, Verträge und/oder die Entwicklungsdokumentation des neu entwickelten Softwareprodukts bzw. Adaptierungsunterlagen vor;

- e. Die *Systemeinführung* folgt im Anschluss an die Systembereitstellung. Bevor ein Anwendungsbaustein in Routine betrieben werden kann, sind meist noch recht umfangreiche Vorarbeiten nötig (z. B. Schaffung notwendiger Rahmenbedingungen, Schulung der Mitarbeiter, Inbetriebnahme). Nach erfolgreicher Abnahme durch den Projektauftraggeber kann der Anwendungsbaustein in den laufenden Betrieb übergeben werden.

Nach dieser Projektphase liegen als Ergebnis die Rahmenbedingungen für den Betrieb und der Anwendungsbaustein im Betrieb sowie als Dokumente Schulungsunterlagen, das Abnahmeprotokoll und das Übergabeprotokoll vor.

Nach Abschluss dieser Projektphase liegen als Ergebnisse das überwachte Projekt sowie Dokumente der Projektbegleitungsdokumentation mit der Verlaufsdocumentation und Zwischenberichten vor;

3. Der *Projektabschluss* steht immer am Ende eines Projekts, unabhängig davon, wie viele und welche Phasen es umfasst. Bei Abschluss eines Projekts werden die Ergebnisse in einem Abschlussbericht zusammengefasst und dem Projektauftraggeber

präsentiert. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse kann der Auftraggeber das Projekt formal für beendet erklären, indem er den Abschlussbericht verabschiedet.

Nach dieser Projektphase liegen als Ergebnis das Ende des Projekts sowie als Dokumente der (verabschiedete) Abschlussbericht und Präsentationsunterlagen vor.

Steuerung. Im Rahmen des taktischen Managements erfolgt der steuernde Eingriff in das jeweilige KIS durch die Durchführung der geplanten Projekte. Es beinhaltet insbesondere die Zuweisung von Ressourcen, die Projektkoordination und die Motivation und Weiterbildung der Projektbeteiligten.

Überwachung. Eine Überwachung im Rahmen des taktischen Managements beinhaltet die kontinuierliche Kontrolle, ob die Projekte so ablaufen wie geplant und ob sie zu den gewünschten Ergebnissen führen. Die Ergebnisse der Überwachung wirken zurück auf die Planung, die u. U. Projektpläne zu überarbeiten und an die gegebene Situation anzupassen hat.

10.7.4 Operatives KIS-Management

Das operative KIS-Management umfasst die Planung, Steuerung und Überwachung, aber nicht die Durchführung (Betrieb) der operativen Aufgaben.

Planung. Planung bedeutet im Rahmen des operativen Managements die Bereitstellung aller Ressourcen (z. B. organisatorische Strukturen, finanzielle Mittel, Personal, Räume), die für einen reibungslosen KIS-Betrieb notwendig sind. Diese Ressourcen werden i. Allg. über einen längeren Zeitraum benötigt und sollten daher Teil des Rahmenplans sein.

Steuerung. Die Steuerung im Rahmen des operativen Managements beinhaltet alle Managementaufgaben, die sicherstellen, dass auf Fehler im KIS-Betrieb (z. B. Ausfall von Servern oder Anwendungsbausteinen) angemessen reagiert werden kann. Hierzu zählen der Betrieb eines angemessenen Benutzerservices (*helpdesk*), die Wartung von Rechnern genauso wie die Bereithaltung von Teams für die zeitnahe Reparatur von Modulen der physischen Werkzeugebene (z. B. Netzwerkkomponenten, Server, Rechner, Drucker). Die Reparatur eines Moduls selbst ist jedoch nicht die Aufgabe des operativen Managements, das lediglich die dafür notwendigen Dienste bereitstellt.

Überwachung. Überwachung im Rahmen des operativen Managements beschäftigt sich damit, die einzelnen KIS-Komponenten kontinuierlich daraufhin zu prüfen, ob sie angemessen und richtig arbeiten. Häufig werden Werkzeuge für das Netzwerk-Monitoring eingesetzt, die im laufenden Betrieb den Status der einzelnen Netzwerkkomponenten überprüfen. Genauso muss gewährleistet sein, dass Fehlermeldungen von Benutzern schnell an die verantwortlichen Dienste (Benutzerservice, Helpdesk) weitergeleitet werden.

10.8 Referenzmodelle für das KIS-Management

Erfolgreiches KIS-Management benötigt je nach Ausprägung von Planungshorizont, Aufgabe und Gegenstandsebene (vgl. Abb. 10.24, S. 539) unterschiedliche Modelle. Zur Realisierung dieser Modelle werden verschiedene Referenzmodelle benötigt, die im

Folgenden beispielhaft identifiziert werden (vgl. Abschn. 10.3.3). Dabei beschränken wir uns auf die Betrachtung des strategischen und taktischen Managements.

10.8.1 Strategisches KIS-Management

Bei dem strategischen Management steht das KIS als Ganzes oder in wesentlichen Teilen und seine grundsätzliche zukünftige Entwicklung im Vordergrund. Die strategische Planung erfolgt i. d. R. durch die Erstellung bzw. Fortschreibung eines Rahmenplans und bezieht sich auf das Management von Information, von Anwendungsbausteinen und von Informations- und Kommunikationstechnik.

Planung. Auf der Gegenstandsebene des *Managements von Information* beschäftigt sich die strategische Planung u. a. mit der Prioritätensetzung, z. B. mit der Frage, welche Aufgaben vorrangig durch rechnergestützte Werkzeuge unterstützt werden sollen, und mit der Gestaltung großer, umfassender Unternehmensprozesse. Hier sind Informationssystem-Referenzmodelle hilfreich, die Vorschläge für verbesserte Unternehmensprozesse aber auch für die hierzu zu unterstützenden Aufgaben und deren Informationsbedarf enthalten. Z. B. kann ein Referenzmodell sinnvolle Abläufe der rechnerunterstützten Stationskommunikation mit Leistungs- bzw. Terminanforderung und Befundrückmeldung sowie die zu unterstützenden Aufgaben und deren Informationsbedarf beschreiben und Vorschläge für eine geeignete Architektur der Informationsverarbeitung liefern.

Auf den Gegenstandsebenen des *Managements von Anwendungsbausteinen* 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 auf dieser Basis ermöglicht werden kann. Informationssystem-Referenzmodelle stellen auf dieser Ebene Architekturstile als Planungsgrundlage bereit; sie müssen allerdings auch aufzeigen, in welcher Form diese Stile mit den gewünschten Architekturen der Informationsverarbeitung zusammenpassen und verträglich sind. Entsprechende Informationssystem-Referenzmodelle werden dann als Referenzarchitekturen bezeichnet. Referenzarchitekturen für die Werkzeugunterstützung sind z. B. Architekturstile (vgl. Abschn. 10.5). 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.

Steuerung. Steuerung im Rahmen des strategischen Managements bedeutet das schrittweise Umsetzen der Planungsvorgaben des Rahmenplans durch die Initiierung von Projekten. Die Durchführung der Projekte erfolgt im Rahmen des taktischen Managements.

Überwachung. Die Überwachung bezieht sich auf der Gegenstandsebene des *Managements von Information* primär darauf, ob das KIS seine Aufgaben erfüllt bzw. überhaupt erfüllen kann. Eine solche Überwachung kann durch eine Analyse des KIS 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 führt schließlich zur Bewertung des KIS. Hierzu ist ein Maßstab erforderlich, den ein Informationssystem-Referenzmodell für ein KIS liefern kann. Im Vergleich mit dem Referenzmodell kann z. B. ermittelt werden, ob wesentliche Aufgaben nicht oder nur

auf der Basis veralteter und insuffizient arbeitender Techniken unterstützt werden, und ob bestimmten Aufgaben die benötigten Informationen nicht zur Verfügung stehen. Die Analyse erfolgt also als Differenzbildung zwischen dem Modell des realen KIS und dem Referenzmodell und kann dann Informationen für die o. g. strategische Planung liefern.

Auf den Gegenstandsebenen des *Managements von Anwendungsbausteinen* 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 KIS kann durch den Vergleich der Aufwendungen mit einem anderen KIS gleicher prozessualer Qualität erfolgen. Bei diesem Vergleich bildet das Referenzmodell den gemeinsamen Bezugspunkt und schafft damit erst die Vergleichbarkeit. So kann z. B. ermittelt werden, dass das Informationssystem eines konkurrierenden 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 Aufgaben durch preisgünstigere Werkzeuge unterstützt.

10.8.2 Taktisches KIS-Management

Im Vordergrund des taktischen Managements steht i. d. R. eine bestimmte Aufgabe oder ein abgegrenzter Unternehmensprozess.

Planung. Auf der Gegenstandsebene des *Managements von Information* geht es um die Unterstützung der entsprechenden Aufgaben bzw. Unternehmensprozesse. Hierbei muss bei der klinischen Informationsverarbeitung in erheblichem Umfang spezifisches medizinisches Wissen (z. B. 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*, SOPs) oder Ähnlichem. Ein Referenzmodell kann nun unter exakter Bezugnahme auf das medizinische Wissen und die ausgewählte Therapieform Muster für die Unterstützung der entsprechenden Aufgaben bzw. Prozesse bereitstellen. An dieser Stelle wird deutlich, dass Referenzmodelle Speicher des Wissens einer Branche, hier von Krankenhäusern sind. Für eine spezielle Aufgabe ist aus dem Referenzmodell ein Modell abzuleiten, wie die Aufgabe in dem betroffenen KIS unterstützt werden soll und wie sie mit anderen Aufgaben zusammenhängt. Dieses Modell kann dann als Spezifikation für ein auszuwählendes Softwareprodukt dienen.

Auf den Gegenstandsebenen des *Managements von Anwendungsbausteinen* und des *Managements von Informations- und Kommunikationstechnik* entsteht ein erheblicher Aufwand, wenn Softwareprodukte ausgewählt werden sollen. Ein Referenzmodell muss hierzu die systematische, strukturierte und ggf. standardisierte Spezifikation von Softwareprodukten unterstützen. Diese Spezifikation kann zum einen durch ein wie zuvor beschriebenes Modell der zu unterstützenden Aufgabe erfolgen. Eine erheblich weitergehende Unterstützung des Managements wird jedoch möglich, wenn ein Referenzmodell neben den Aufgaben auf einer Werkzeugebene auch Anwendungsbausteine beschreibt, die diese Aufgaben unterstützen. Je nach gewähltem Architekturstil für die Werkzeugunterstützung kann der Funktionsumfang, die Granularität und auch die Art der Interoperation der Anwendungsbausteine verschieden sein:

- *Bausteinkatalog*: Baut man ein KIS auf der Basis eines Modells auf, das aus einem solchen Referenzmodell abgeleitet wurde, so kann das zur Unterstützung einer Aufgabe erforderliche Softwareprodukt durch Verweis auf die entsprechende Bausteinbeschreibung im Referenzmodell exakt spezifiziert werden. Hersteller können ihre Softwareprodukte ebenfalls durch Verweis auf solche Bausteinbeschreibung in einem (hoffentlich) gemeinsam genutzten Referenzmodell beschreiben. Durch so entstehende Bausteinkataloge können erhebliche Qualitäts- und Kostenvorteile für das KIS erreicht werden. Die Kostenvorteile ergeben sich dabei nicht nur durch geringeren Aufwand bei der Spezifikation bzw. Ausschreibung von Softwareprodukten und der Analyse von Spezifikationen bzw. Ausschreibungen durch die Softwarehersteller, sondern auch durch eine erheblich verbesserte Markttransparenz auf Grund besserer Vergleichbarkeit der Softwareprodukte;
- *Pflichtenheft*: Solche Kostenvorteile lassen sich bereits dann erzielen, wenn Pflichtenhefte aus Referenz-Pflichtenheften abgeleitet werden. Voraussetzung ist, dass die Referenz-Pflichtenhefte sowohl unter den Anwendern als auch unter den Anbietern der Softwareprodukte Akzeptanz finden. Referenz-Pflichtenhefte sind spezielle Software-Referenzmodelle. Die ableitbaren Pflichtenhefte können als Softwaremodelle aufgefasst werden, dem auszuwählende Produkte entsprechen sollen;
- *Parametrierungsvorgabe*: Bei der Einführung eines ausgewählten Softwareprodukts (*customizing*) haben dagegen Software-Referenzmodelle eine große Bedeutung. Gesteuert durch entsprechende Vorgehensmodelle kann aus dem Referenzmodell des Softwareprodukts 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 Softwareprodukts.

Steuerung. Im Rahmen des taktischen Managements erfolgt der steuernde Eingriff in das jeweilige KIS durch die Durchführung der geplanten Projekte. Diese Projekte umfassen i. d. R. gleichermaßen die Gegenstandsebenen der Information, der Anwendungsbausteine und der Informations- und Kommunikationstechnik. Hilfreich für eine systematische Vorgehensweise ist hierbei eine adäquate Methode der Durchführung von Projekten des taktischen KIS-Managements. Eine solche Methode lässt sich als ein Vorgehens-Referenzmodell auffassen.

Überwachung. Überwachung bedeutet im Rahmen des taktischen KIS-Managements die laufende Überprüfung des fehlerfreien Betriebs sowie die Bewertung der Unterstützung einzelner Aufgaben. Dies umfasst wiederum alle Gegenstandsebenen. Unterstützen kann hierbei das Informationssystem-Referenzmodell, das bei der Planung Grundlage der Konstruktion des Verfahrens und seiner Werkzeugunterstützung gewesen ist, wenn es für jede Aufgabe und ggf. auch für die einzusetzenden Werkzeuge Qualitätsmaße bereitstellt, mit denen eine Bewertung erfolgen kann.

10.8.3 Zusammenfassung

Zusammenfassend bedeutet dies, dass alle in Abschn. 10.3 für die unterschiedlichen Aufgaben des KIS-Managements einsetzbar sind (Tab. 10.3):

- *Informationssystem-Referenzmodelle* sind spezielle *Organisations-Referenzmodelle*, die sowohl beim strategischen als auch beim taktischen Management zum Einsatz kommen. Sie dienen bei der Planung zur Unterstützung der Konstruktion und bei der Überwachung als Vergleichsobjekt zur Bewertung eines KIS. Diese breite Verwend-

Tabelle 10.3: Nutzung von Referenzmodellen beim KIS-Management nach [Winter 99]

Gegenstandsebene	1. Strategisches Management		
	1.1. Planung	1.2. Steuerung	1.3. Überwachung
Information	1.1.1. Festlegung der Architektur der Informationsverarbeitung und des Informationsflusses (Rahmenplan) RM-Nutzung: K RM-Typ: IS	1.2.1. <i>siehe</i> taktisches Management	1.3.1. Bewertung und Kontrolle der Informationsverarbeitung und des Informationsflusses durch Soll/Ist-Vergleiche (RM als Maßstab) RM-Nutzung: V RM-Typ: IS
Anwendungsbausteine, Informations- und Kommunikationstechnik	1.1.2. Festlegung der Architektur der Werkzeugunterstützung (Architekturstil, Rahmenplan) RM-Nutzung: K RM-Typ: IS	1.2.2. <i>siehe</i> taktisches Management	1.3.2. Bewertung und Kontrolle der Werkzeugunterstützung durch Soll/Ist-Vergleiche (RM als Maßstab) RM-Nutzung: V RM-Typ: IS
Gegenstandsebene	2. Taktisches Management		
	2.1. Planung	2.2. Steuerung	2.3. Überwachung
Information	2.1.1 Gestaltung der Verfahren und Prozesse RM-Nutzung: K RM-Typ: IS	2.2. Durchführung der Projekte zur Realisierung von Verfahren und Prozessen und zur Einführung von Werkzeugen RM-Nutzung: K RM-Typ: VOR	2.3. Bewertung und Kontrolle der Verfahren und Prozesse durch Soll/Ist-Vergleiche (RM als Maßstab) RM-Nutzung: V RM-Typ: IS
Anwendungsbausteine, Informations- und Kommunikationstechnik	2.1.2. Auswahl des Softwareproduktes (Pflichtenheft) und Customizing RM-Nutzung: K RM-Typ: SW, IS, RP		

Legende:

RM-Nutzung	- Nutzung von Referenzmodellen	IS	- Informationssystem-Referenzmod.
RM-Typ	- Typ des genutzten Referenzmodells	RP	- Referenz-Pflichtenheft
K	- Konstruktion spezieller Modelle	SW	- Software-Referenzmodell
V	- Vergleich von Modellen	VOR	- Vorgehens-Referenzmodell

barkeit legt nahe, bei Informationssystem-Referenzmodellen, die in der dargestellten Weise beim KIS-Management einsetzbar sind, von *KIS-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 Anwendungsbausteinen im Wesentlichen bei der Vorbereitung des Parametrierens oder des Customizing von Softwareprodukten;

- *Referenz-Pflichtenhefte* als spezielle Software-Referenzmodelle unterstützen beim taktischen Management zudem die Erstellung von Anforderungen an Softwareprodukte z. B. in Form von Pflichtenheften oder Anforderungskatalogen.

10.9 Personen und Einrichtungen für das KIS-Management

Für das KIS-Management sollte eine Person (*Chief Information Officer, CIO*) verantwortlich sein, die direkt der Krankenhausleitung oder dem Vorstandsvorsitzenden (*Chief Executive Officer, CEO*) des Krankenhauses berichtet. Der CIO sollte einer dem Krankenhaus entsprechenden zentralen Einrichtung für das Informationsmanagement vorstehen. Ihre Größe hängt vor allem von der Größe des Krankenhauses ab. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) empfiehlt den Universitätskliniken für die strategische Planung und Weiterentwicklung des KIS die Einrichtung eines Geschäftsbereichs für Informationsverarbeitung, dessen Leiter der CIO ist (<http://www.dfg.de/foerder/hbfg/KFR-Empf-2000.doc>).

Für nicht-universitäre Krankenhäuser liegen keine offiziellen Empfehlungen vor. Allerdings ergibt sich aus dem bisher Gesagten, dass auch in diesen Krankenhäusern adäquate Institutionen für das KIS-Management einzurichten sind, die unter der Verantwortung eines CIO stehen sollten. Gerade in großen Krankenhäusern ist es nicht sinnvoll und auch kaum praktikabel, das KIS-Management ausschließlich einer zentralen Stelle zuzuordnen. Vielmehr sollten in den einzelnen Fachabteilungen Managementgruppen etabliert werden, die eng an das umfassende, zentrale Management angekoppelt sind.

Allgemeine Literatur

- Beyer-Rehfeld A (Hrsg): *ku-Special Telemedizin* Vol. 11. Kulmbach: Baumann, 1997.
- Ferrer-Roca O, Sosa-Iudicissa M: *Handbook of telemedicine*. Amsterdam: IOS Press, 1998.
- Handels H, Pöpl S (Hrsg): *Telemedizin – Grundlagen, Perspektiven, Systeme, Anwendungen*. Aachen: Shaker, 1999.
- Haux R, Lagemann A, Knaup P, et al.: *Management von Informationssystemen – Analyse, Bewertung, Auswahl, Bereitstellung und Einführung von Informationssystemkomponenten am Beispiel von Krankenhausinformationssystemen*. Stuttgart: Teubner, 1998.
- Maeseneer, De, J: *Telematics in primary care in Europe*. Amsterdam: IOS Press, 1995.
- Rahm E: *Mehrrechner-Datenbanksysteme – Grundlagen der verteilten und parallelen Datenbankverarbeitung*. Bonn: Addison-Wesley, 1994.

Spezielle Literatur

- [Appelrath 00] Appelrath HJ, Ritter J: *R/3-Einführung*. Berlin: Springer, 2000.
- [van Bommel 97] Bommel, van, JH, Musen MA (Hrsg): *Handbook of Medical Informatics*. Heidelberg: Springer, 1997.
- [Berg 99] Berg M: *Patient care information systems and health care work – A sociotechnical approach*. *International Journal of Medical Informatics* 55 (1999) 87–101.

- [Brodie 95] Brodie ML, Stonebraker M: Migrating legacy systems. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1995.
- [Bürkle 00] Bürkle T: Can we classify Medical Data Dictionaries? In: Hasman (Ed): Medical Infobahn for Europe – Proceedings of the MIE2000 and GMDS2000. Amsterdam: IOS, 2000, 691–695.
- [ENV 12967] European Standardization Organization (Ed): European prestandard on medical informatics – Healthcare information system architecture – Part 1 (HISA) healthcare middleware layer. (CEN/TC251/N97-024, final draft 2) prENV 12967-1, 1997.
- [Ferrara 97] Ferrara FM: Healthcare information systems architecture. In: Dudeck J, Blobel B, Lordieck W, Bürkle T (Hrsg): New technologies in hospital information systems, Amsterdam: IOS Press, 1997, 1–10.
- [Hasselbring 97] Hasselbring W: Federated integration of replicated information within hospitals. International Journal on Digital Libraries 1/3 (1997) 192–208.
- [Hasselbring 00] Hasselbring W: Information system integration. Communications of the ACM 43/6 (2000) 33–38.
- [Haux 98] Haux R, Lagemann A, Knaup P, et al.: Management von Informationssystemen – Analyse, Bewertung, Auswahl, Bereitstellung und Einführung von Informationssystemkomponenten am Beispiel von Krankenhausinformationssystemen. Stuttgart: Teubner, 1998.
- [Haux 01] Haux R, Ammenwerth E, Buchauer A, et al.: Anforderungskatalog für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus – Version 1.0 (2001). Technical Report 1 (2001), Heidelberg: Abt. Med. Informatik des Universitätsklinikums Heidelberg (<http://www.anforderungskatalog.uni-hd.de>).
- [HIMSS 00] Healthcare Information and Management Systems Society, Radiological Society of North America (Eds): Integrating the healthcare enterprise – IHE technical framework year 3. Internet-Seite, http://www.rsna.org/IHE/tf/ihe_tf_index.shtml, 2000.
- [Heitmann 96] Heitmann KU: Kommunikationsserver – Konzepte und Produkte. In: Haas P, Köhler CO, Kuhn K, et al. (Hrsg): Praxis der Informationsverarbeitung im Krankenhaus. Landsberg: Ecomed, 1996, 73–85.
- [Heitmann 97] Heitmann KU: The role of communication servers in the architecture of healthcare information systems. In: Dudeck J, Blobel B, Lordieck W, Bürkle T (Hrsg.): New technologies in hospital information systems. Amsterdam: IOS Press, 1997, 156–162.
- [Heym 72] Heym S: Der König David Bericht. München: Kindler, 1972.
- [Huff 95] Huff SM, Cimino JJ: Medical data dictionaries and their use in medical information system development. In: Prokosch HU, Dudeck J (Eds): Hospital information systems. Amsterdam: Elsevier, 1995, 53–75.
- [Iakovidis 00] Iakovidis I: Towards a health telematics infrastructure in the EU. In: Balas EA, Boren SA, Brown GD (Eds): Information technology strategies from US and the European Union – Transferring research to practice for health care improvement. Amsterdam: IOS Press, 2000, 23–33.
- [Lange 99] Lange M, Prokosch HU, Hasselbring W: Eine Taxonomie für Kommunikationsserver im Krankenhaus. Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 30/1 (1999) 21–34.
- [Müller 96] Müller JU, Piek J, Gaab MR: Telekommunikation in der Versorgung Schädel-Hirn-Verletzter. Deutsches Ärzteblatt 93/44 (1996) A2880-A2881.
- [Oestereich 98] Oestereich B: Objektorientierte Softwareentwicklung – Analyse und Design mit der Unified Modeling Language. München: Oldenbourg, 1998.

- [Orfali 97] Orfali R, Harkey D, Edwards J: Abenteuer Client/Server. Bonn: Addison-Wesley, 1997.
- [Pharow 97] Pharow P, Wohlmacher P: Health professional cards. FIFF-Kommunikation (Forum InformatikerInnen für Frieden und Gesellschaftliche Verantwortung e. V.) 3 (1997) 26–28.
- [Prokosch 92] Prokosch HU, Dudeck J, Michel A: Standards for data dictionaries. In: Bakker AR, Ehlers CT, Bryant JR, Hammond WE (Eds): Hospital information systems – Scope, design, architecture. Amsterdam: North Holland, 1992, 189–195.
- [Rahm 94] Rahm E: Mehrrechner-Datenbanksysteme – Grundlagen der verteilten und parallelen Datenbankverarbeitung. Bonn: Addison-Wesley, 1994.
- [Roche 87] Roche-Lexikon Medizin. München: Urban & Schwarzenberg, 1987.
- [Schill 93] Schill A: DCE – Das OSF Distributed Computing Environment – Einführung und Grundlagen. Berlin: Springer, 1993.
- [Sheth 90] Sheth A, Larson J: Federated database systems for managing distributed, heterogeneous, and autonomous databases. ACM Computing Surveys 22/3 (1990) 183–236.
- [Trampisch 95] Trampisch HJ (Hrsg): Praxis-, Studien- und Forschungsführer Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. Stuttgart: Fischer, 1995.
- [Tresch 96] Tresch M: Middleware – Schlüsseltechnologie zur Entwicklung verteilter Informationssysteme. Informatik Spektrum 19/5 (1996) 249–256.
- [Wang 99] Wang C, Ohe K: A CORBA-based object framework with patient identification translation and dynamic linking. Methods of Information in Medicine 38/1 (1999) 56–65.
- [Winter 98] Winter AF, Zimmerling R, Bott OJ, et al.: Das Management von Krankenhausinformationssystemen – Eine Begriffsdefinition. Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 29/2 (1998) 93–105.
- [Winter 99] Winter AF, Winter A, Becker K, et al.: Referenzmodelle für die Unterstützung des Managements von Krankenhausinformationssystemen. Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 30/4 (1999) 173–189.
- [Winter 02] Winter AF, Ammenwerth E, Bott OJ, et al.: Strategic information management plan – The basis for systematic information management in hospitals. International Journal of Medical Informatics 64/2–3 (2001) 99–109.