

Anforderungsermittlung für Krankenhausinformationssysteme: Definition von Kernsystem und Ausbaustufen

Anita Krabbel, Ingrid Wetzel, Sabine Ratuski
Arbeitsbereich Softwaretechnik
Fachbereich Informatik, Universität Hamburg
Vogt-Kölln-Str. 30, 22527 Hamburg
Tel.: 040/5494-2413
{krabbel, wetzel, 1ratuski}@informatik.uni-hamburg.de

Zusammenfassung

Die Krankenhausdomäne ist von einer Flut heterogener und zum Teil konkurrierender Anforderungen geprägt. Dabei ist innerhalb des Krankenhauses eine enge Verzahnung von Organisationsbereichen zu verzeichnen, die sich in der zeitkritischen, flexiblen und kooperativen Bearbeitung übergreifender Aufgaben ausdrückt. Von außen sind darüber hinaus unsichere und sich ständig ändernde Vorgaben gestellt. Der Beitrag thematisiert eine geeignete Vorgehensweise für die Softwareerstellung oder Systemauswahl, die diesen Charakteristika Rechnung trägt.

Nach einer breitgefächerten aufgabenbezogenen Ist-Analyse der Aufgaben und ihrer Zusammenhänge ist zur Reduktion der Komplexität ein Kernsystem zu definieren, das die am Markt wichtigen und gesetzlich aktuellen Anforderungen bedient sowie die Kernaufgaben und Basiskooperationsaspekte unterstützt. Aufbauend hierauf werden weitere Anforderungen als Spezialsysteme klassifiziert. Für das Kernsystem ist ein schrittweises Vorgehen in Ausbaustufen zu definieren, das logische Abhängigkeiten berücksichtigt und eine zeitliche Reihenfolge für die Entwicklung und die spätere Einführung festlegt.

1 Einleitung

Die Eignung von Softwaresystemen im Krankenhaus ist im hohen Maße davon abhängig, inwieweit die angebotene technische Unterstützung dem tatsächlichen Einsatzkontext und den vielfältigen und teilweise widersprüchlichen Anforderungen heterogener Anwendergruppen Rechnung trägt [3] [9]. Hier lassen sich bei heutigen Krankenhausinformationssystemen erhebliche Defizite feststellen (vgl. z.B. [2]). Der Anforderungsermittlung kommt daher besondere Bedeutung zu.

Für die Einbettbarkeit der Software in die konkreten Arbeitsprozesse und -zusammenhänge ist bei der Anforderungsermittlung aufgabenbezogen und unter Beteiligung der Anwender vorzugehen [4]. Dabei ist weiterhin zu berücksichtigen, daß gesetzliche und wirtschaftliche Vorgaben noch stärker als in anderen Bereichen zu ständigen Veränderungen in der Organisation und der zu erledigenden Aufgaben führen.

Zusätzliche Komplexität entsteht bei der Entwicklung von Krankenhausinformationssystemen durch die im Krankenhaus anzutreffenden übergreifenden Aufgaben, die durch verschiedene Arbeitsbereiche mit Mitarbeitern unterschiedlicher Profession in enger Kooperation und strikten Zeitvorgaben ausgeführt werden [8] [10]. Diese komplexen Kooperations- und Koor-

dinationszusammenhänge sind bei einer Ist-Analyse als Grundlage für ein Systemdesign zu erheben.

Neben übergreifenden Aufgaben besitzt fast jeder Organisationsbereich eigene spezifische und dringliche Anforderungen. Allein die Anzahl der unterschiedlichen Organisationsbereiche führt zu einer Größe zukünftiger Krankenhausinformationssysteme, die die Aufsplittung in Spezialsysteme mit spezialisierten Herstellern erfordert und einen Bedarf an neuen Techniken der Integration und Kommunikation heterogener Spezialsysteme nach sich zieht.

Um bei dem anfallenden Umfang und der Komplexität der Anforderungen - Einbettung in Arbeitszusammenhänge, Organisationsveränderungen, übergreifende Aufgaben, Spezialanforderungen einzelner Bereiche, technische Integration - sowohl für die Analyse als auch die Entwicklung und Einführung von Systemen eine Planungsgrundlage zu erhalten, sind neue Vorgehensweisen erforderlich.

Im folgenden beschreiben wir eine Vorgehensweise zur Anforderungsermittlung, die sich im Rahmen eines Projektes mit einem Krankenhaus zur Auswahl und Einführung eines integrierten Krankenhausinformationssystems bewährt hat und die ebenso zur Entwicklung solcher Systeme verwendet werden kann. Sie steht in der Tradition von Ansätzen zur evolutionären Systementwicklung [4] [7] und stellt ein Vorgehen mit aufgabenbezogener Ist-Analyse mittels Interviews am Arbeitsplatz und Kooperations-Bildern vor. Ihr schließt sich zur Reduktion der Komplexität der vielfältigen ineinandergreifenden, aber auch der speziellen Anforderungen einzelner Bereiche die Definition eines Kernsystems als Grundlage eines Soll-Konzepts an, das die Abgrenzung und Benennung von Spezialsystemen gestattet. Da das Kernsystem seinerseits noch einen erheblichen Umfang besitzt, ist dieses in Ausbaustufen aufzugliedern, die die logischen und zeitlichen Abhängigkeiten von Aufgaben darlegen und der Planung zur schrittweisen Entwicklung und Einführung des Systems dienen.

2 Aufgabenbezogene Ist-Analyse

Zur Entwicklung einer fachlich angemessenen Softwareunterstützung im Krankenhaus ist zunächst eine *aufgabenbezogene Ist-Analyse* in den verschiedenen Bereichen erforderlich. Hierbei geht es darum, daß sich die Entwickler ein Verständnis über die Aufgaben in der Anwendungswelt und die Art und Weise ihrer Erledigung erarbeiten. Erst auf dieser Grundlage kann entschieden werden, wie eine zukünftige Systemunterstützung aussehen soll.

Zum Einstieg in den Anwendungsbereich werden von den Entwicklern *qualitative Interviews* [11] mit den Anwendern an ihrem Arbeitsplatz geführt. In den Interviews geht es nicht um das vollständige Erfassen aller Tätigkeiten, sondern um den damit angestrebten Lern- und Kommunikationsprozeß im Hinblick auf die zukünftige Systemunterstützung [5]. Aus diesen Interviews werden von den Entwicklern *Szenarien*, die die gegenwärtige Erledigung von Aufgaben mit Arbeitsmitteln und -gegenständen in der Fachsprache der Anwendung beschreiben, ausgearbeitet. Dazu wird ein *Glossar* erstellt, das die Begriffe des Anwendungsbereichs erläutert. Szenarien und Glossar werden dann mit den Interviewpartnern *rückgekoppelt*, damit die Entwickler überprüfen können, inwieweit sie eine Anwendungssituation verstanden haben [6].

Da im Krankenhausbereich die Tätigkeiten Einzelner jeweils im engen Kontext von *übergreifenden Aufgaben* [10] stehen, sind diese bei der Analyse zusätzlich zu den Einzelarbeitsplätzen zu betrachten. Übergreifende Aufgaben sind beispielsweise die Aufnahme oder Entlassung eines Patienten und die Durchführung einer Operation. Übergreifende Aufgaben sind dadurch charakterisiert, daß eine Vielzahl von Personen aus unterschiedlichen Berufsgruppen und verschiedenen Bereichen unter engen Zeitvorgaben flexibel zusammenarbeiten, wobei eine Reihe von Tätigkeiten zur Koordination notwendig sind.

Abbildung 1 zeigt in einer graphischen Veranschaulichung als Beispiel für eine übergreifende Aufgabe die Aufnahme eines Patienten auf eine internistische Station, die eine Zusammenarbeit zwischen den Bereichen Aufnahme, Station, Funktionsarbeitsplätze, Küche, Labor, Archiv, Pforte, Chefarztsekretariat, Verwaltung sowie dem diensthabenden Oberarzt und dem Stationsarzt erfordert. Wir benutzen hierfür die von uns entwickelten *Kooperations-Bilder* [10], deren Schwerpunkt auf der Darstellung der Kooperationszusammenhänge bei der Erledigung übergreifender Aufgaben liegt. Dazu vergegenständlichen Kooperations-Bilder die Art und Weise der Weitergabe von Informationen und Arbeitsgegenständen. Dies beinhaltet die Darstellung von "Orten", zwischen denen Informationen und Gegenstände ausgetauscht werden, und die Art des Austausches in Form von annotierten Pfeilen zwischen Orten, die verdeutlichen, wer welchen Gegenstand weitergibt oder durch welches Medium Information weitergereicht wird. So wird erkennbar, welche Laufwege durch das Personal des Krankenhauses zurückgelegt werden oder wie der Patient im Rahmen einer übergreifenden Aufgabe durch die Organisationsbereiche wandert. Weiterhin wird deutlich, wo Daten per Rechner ausgetauscht werden und an welchen Stellen das Telefon zur Koordination eingesetzt wird.

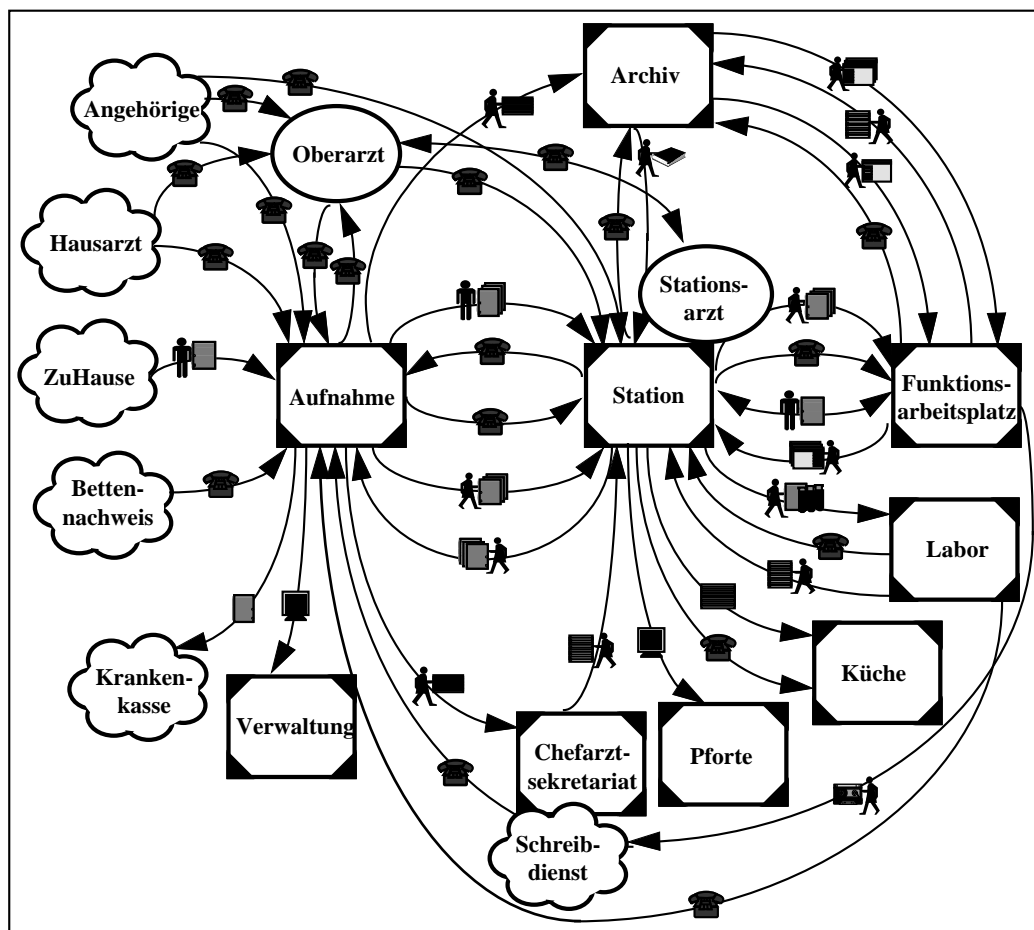


Abbildung 1: Kooperations-Bild der übergreifenden Aufgabe Aufnahme eines Patienten

Die Kooperations-Bilder dienen nicht allein nur zur Darstellung von übergreifenden Aufgaben, sondern eignen sich auch zur *gemeinsamen Erarbeitung der komplexen Zusammenhänge*, zur *Rückkopplung mit Anwendergruppen* und als *Grundlage zur Organisationsentwicklung*.

- Die gemeinsam erarbeiteten Kooperations-Bilder führen bei Entwicklern und Anwendern zu einem Verständnis darüber, wie die einzelnen Krankenhausbereiche miteinander kooperieren. Auf dieser Grundlage wird es möglich einzuschätzen, inwieweit Änderungen in einem Bereich oder in der Kooperation zwischen Bereichen Auswirkungen auf andere an der Aufgabe Beteiligte bedingen.
- Durch ihre Verwendung als Rückkopplungstechnik kann geklärt werden, ob die aus den einzelnen Szenarien erarbeitete Sicht auf die Zusammenhänge auch die Sicht der verschiedenen Anwender ist.
- Die erstellten Bilder dienen den Anwendern als Grundlage zur Diskussion der gegenwärtigen Erledigung übergreifender Aufgaben und möglicher bzw. gewünschter Veränderungen.

Im Rahmen unseres Krankenhausprojektes hat sich das Vorgehen zur Ist-Analyse mit Interviewführung, Szenarien- und Glossarerstellung, Kooperations-Bildern sowie der Rückkopplung bewährt. Durch Interviews, Szenarien und Glossar wurde ein Verständnis der Aufgaben am einzelnen Arbeitsplatz erarbeitet und der Lern- und Kommunikationsprozeß zwischen den Beteiligten gefördert.

Für die übergreifenden Aufgaben wurden im Projekt nach einer ersten Serie von Interviews Kooperations-Bilder als Wandbilder erstellt. Dies geschah im Rahmen von Workshops zusammen mit Vertretern der verschiedenen Krankenhausbereiche [8]. Dabei zeigte sich, daß die Kooperations-Bilder ohne Einarbeitungs- oder Erklärungszeit von den Anwender zur aktiven Erarbeitung ihrer eigenen Arbeitszusammenhänge verwendet werden konnten.

Die erstellten Bilder dienten den Anwendern darüber hinaus auch als Diskussionsgegenstand, der sie sehr einfach in die Lage versetzte, über ihre eigene Organisation nachzudenken. So wurde zur Überraschung aller Teilnehmer deutlich, daß bei der regulären Aufnahme eines Patienten an einem Vormittag bis zu 17 mal telephoniert wird und eine Reihe von Laufwegen durch die Schwestern erledigt werden müssen. Dies führte sofort zu der Diskussion, was davon notwendig und sinnvoll ist, aber auch, was davon durch eine Rechnerunterstützung einzusparen wäre. Weiterhin wurde vielen Anwendern durch das Wandbild zum ersten Mal deutlich, daß ihre Arbeit nicht nur aus der Pflege des Patienten, sondern zu einem erheblichen Teil aus Kooperations- und Dokumentationsarbeit besteht.

3 Soll-Konzept: Definition des Kernsystems

Nach der ersten Erarbeitung eines Verständnisses über die Aufgaben im Anwendungsbereich und ihre Zusammenhänge ist es zur Reduktion der Komplexität erforderlich, ein (offenes) *Kernsystem* zu definieren. Das Kernsystem ist mit den Vertretern der verschiedenen Bereiche rückzukoppeln und abzustimmen. Diese Einigung auf ein Kernsystem stellt einen wesentlichen Erfolgsfaktor für ein Projekt zur Entwicklung bzw. Einführung eines Krankenhausinformationssystems dar. Ein Kernsystem sollte:

- die Basisaufgaben in eng zusammenhängenden Kernbereichen unterstützen,
- einen einheitlichen Satz an Basiskooperationsdiensten zur Verfügung stellen,
- akute Anforderungen (z.B. gemäß gesetzlicher und betriebswirtschaftlicher Bestimmungen) bedienen und
- die Einbindung von Spezialsystemen unterstützen.

In diesen Systemkern können erforderliche *Spezialsysteme* für Spezialanforderungen einzelner Bereiche integriert werden. Dies bedeutet bei einer offenen Systemlösung für das Kernsystem insbesondere, daß bei einer Auswahl eines Krankenhausinformationssystems die Spezialsysteme von anderen Herstellern stammen können. Die zeitliche Reihenfolge bei der Einführung der einzelnen Spezialsysteme ist von den Anwendern zu bestimmen.

In der Definition eines Kernsystems sehen wir eine wesentliche Herausforderung für die Entwicklung von Krankenhausinformationssystemen, da es bislang keinen allgemein anerkannten Standard dafür gibt (vgl. dazu z.B. [1]). Darüber hinaus ist der Kern auch immer abhängig von den spezifischen Anforderung des einzelnen Krankenhauses.

Aus der Identifikation und dem Verständnis wesentlicher übergreifenden Aufgaben und der damit verbundenen komplexen Kooperationszusammenhänge wird die Festlegung des Kernsystems möglich. Ferner orientiert sich das Kernsystem an den Kooperationsdichten der Kooperations-Bilder.

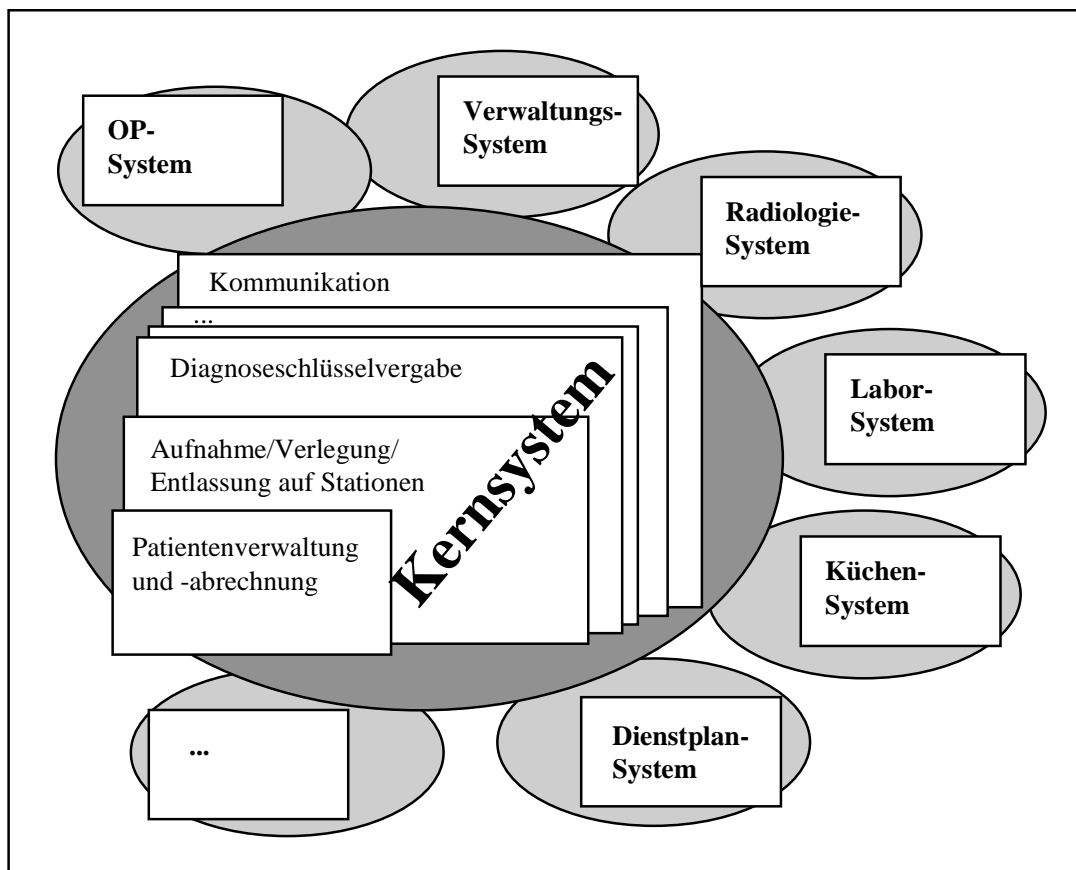


Abbildung 2: Kernsystem mit Spezialsystemen

In dem von uns analysierten Krankenhaus besteht das definierte Kernsystem im einzelnen aus der Patientenverwaltung und -abrechnung, aus der Ausgestaltung von Arbeitsplätzen der Stationen im ärztlichen und pflegerischen Bereich sowie aus Basisfunktionalität für die Stationskommunikation mit verschiedenen Leistungsanbietern wie Röntgen, Labor, EKG (s. Abb. 2). Durch die Bereitstellung dieser Kooperationsdienste zwischen den Stationen und den Funktionsbereichen im Kernsystem konnte insbesondere sichergestellt werden, daß die Kooperation für die Stationsarbeitsplätze immer einheitlich gestaltet ist. Aufgrund der veränderten Abrechnungsformen mit der starken Verbindung zwischen administrativen und medizinischen Daten sahen wir es als notwendig an, anders als früher die Patientenverwaltung und

-abrechnung mit den klinischen Bereichen im Kern zu integrieren.

Insgesamt wurde aus der großen Anzahl von Anforderungen aus den verschiedenen Bereichen ein kleineres Kernsystem herauskristallisiert, in dem die weiteren Anforderungen durch die Integration spezialisierter Subsysteme schrittweise realisierbar wurden. Die Vorstellung des Kerns diente maßgeblich der Einigung aller am Prozeß Beteiligten über die umzusetzenden Anforderungen.

4 Soll-Konzept: Festlegung von Ausbaustufen

Generell ist bei offenen integrierten Lösungen zu fragen, in welchem Bereich mit der Entwicklung bzw. (späteren) Einführung des Softwaresystems zu beginnen ist. Dies liegt an der engen Verzahnung der einzelnen Bereiche bzw. Aufgaben. Selbst auf der Grundlage eines herausgebildeten Kernsystems stellt sich die Frage nach Reihenfolgen der Softwareunterstützung erneut, da dieses sowohl von seinem Funktionalitätsumfang her als auch von den betroffenen Bereichen immer noch sehr umfangreich ist.

Das Kernsystem ist daher in *Ausbaustufen* zu definieren. Dazu ist festzulegen, welche der im Kernsystem konzipierten Funktionalitäten logisch aufeinander aufbauen. Diese sind dementsprechend in aufeinanderfolgenden Stufen zu plazieren. Innerhalb einer Ausbaustufe befindet sich Systemunterstützung für Tätigkeiten, die weitgehend unabhängig voneinander sind. Für einige Funktionalitäten ist nur festzulegen, ab welcher Stufe eine Entwicklung bzw. Einführung frühestens möglich ist.

Für jede Stufe ist weiterhin zu beschreiben, welche Anwender bei welchen Aufgaben durch das System unterstützt werden und welche Voraussetzungen bezüglich der zu beschaffenden Hardware zu erfüllen sind und welche organisatorischen Fragen zu entscheiden sind. Dies macht den gesamten Prozeß und den damit verbundenen erforderlichen Aufwand insbesondere für die Anwender sehr viel überschaubarer.

Eine weitere Möglichkeit, den Anwendern im Krankenhaus die Ausbaustufen zu verdeutlichen, bilden die zuvor erstellten Kooperations-Bilder für übergreifende Aufgaben. So läßt sich anhand des Bildes für jede einzelne Ausbaustufe zeigen, welche der Pfeile jeweils wegfallen werden. Dies bedeutet dann, daß weniger Laufwege oder Telefonate zu erledigen sind, wodurch sehr schnell der Nutzen des Systems für die einzelnen Anwender deutlich wird.

Abbildung 3 stellt den von uns geplanten Kern des Krankenhausinformationssystems in Ausbaustufen vereinfacht dar. In unserem Krankenhausprojekt haben wir festgelegt, daß die nullte Stufe des Kernsystems aus der Patientendatenverwaltung und der -abrechnung besteht. Dadurch wurde die Ablösung eines bestehenden Systems ermöglicht und gleichzeitig die Abrechnungsfähigkeit des Krankenhauses sichergestellt.

Die erste Stufe stellt die aktuellen Patientendaten auf den einzelnen Stationen zur Verfügung. Dies erlaubt, Etiketten der Patientendaten zu drucken, wodurch zeitaufwendiges handschriftliches Übertragen auf verschiedene Formulare entfällt. Darüber hinaus kann das Pflegepersonal im Rahmen der Aufnahme/Verlegung/Entlassung Patienten mit dem System ein Bett zuweisen bzw. freigeben sowie Notfallpatienten administrativ aufnehmen. Dadurch hat die Aufnahme immer einen aktuellen Überblick über die Bettenbelegung der einzelnen Stationen und aller erfolgten Verlegungen.

Darauf aufbauend wird in einer weiteren zweiten Ausbaustufe die Diagnose- und Prozedurschlüsselvergabe am Rechner eingeführt. Parallel hierzu können andere Dokumentationstätigkeiten, wie die Einstufung der Patienten nach Pflegeintensitäten, in derselben Ausbaustufe unterstützt werden. Ebenso kann ab dieser Stufe eine Bettenplanung durchgeführt werden. Diese können aber auch erst in späteren Ausbaustufen eingeführt werden.

Die weiteren Stufen sind von uns so, wie in Abbildung 3 gezeigt, definiert.

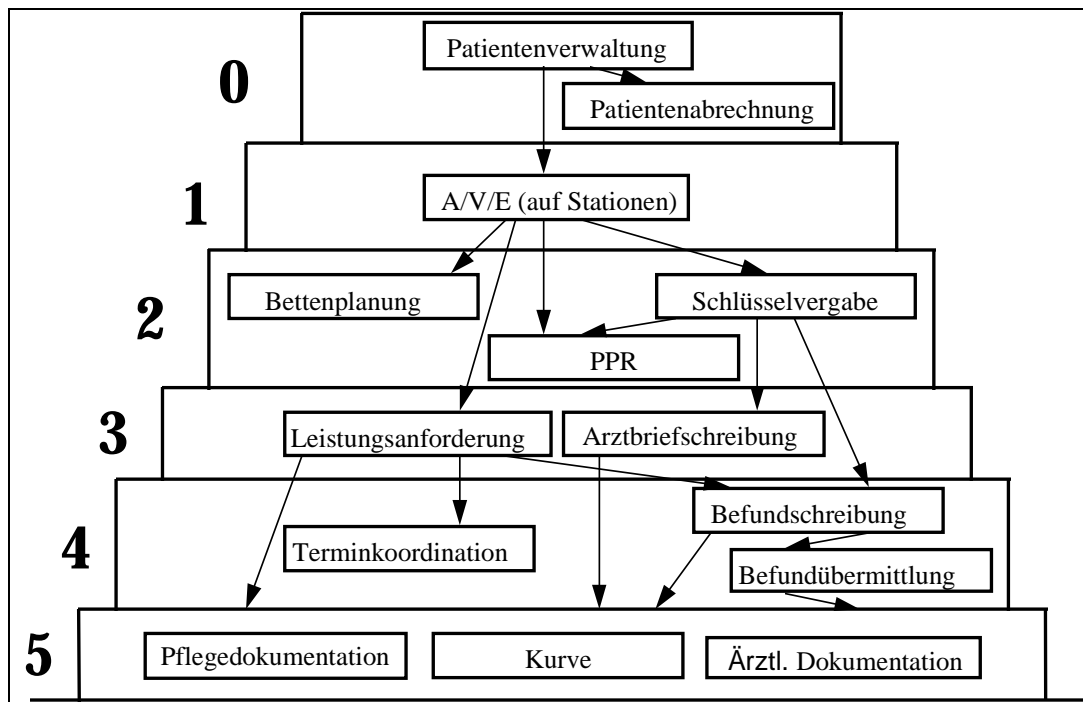


Abbildung 3: Ausbaustufen des Kernsystems

Zwangsläufig ergeben sich darüber hinaus Zwischenorganisationsformen, z.B. weil eine konventionelle (physische) Krankenakte vorliegt, Untersuchungsanforderungen und Befunde jedoch elektronisch erstellt werden. Auch tritt bei Softwareeinführungen zeitweise in einigen Bereichen ein Parallelbetrieb von elektronischer und konventioneller Aufgabenerledigung auf, z.B. wenn zwischenzeitlich nur einige der Stationen vernetzt sind.

Durch die sorgfältige Bestimmung von Ausbaustufen lassen sich die Konsequenzen der schrittweisen Systementwicklung und -einführung mit den dadurch entstehenden Zwischenorganisationsformen für Entwickler und Anwender klarer erkennen und planen. Gleichzeitig unterstützen die Ausbaustufen eine zeitliche Planung der Projektdurchführung und eine Aufwandsabschätzung.

Nach der gemeinsamen Festlegung von Kernsystem und Ausbaustufen durch Anwender und Entwickler kann nun in weiteren Zyklen die detaillierte Analyse und Systementwicklung für jede Ausbaustufe unter Berücksichtigung der Zusammenhänge vorgenommen werden. Durch dieses evolutionäre Vorgehen können auch veränderte Anforderungen, die erst durch den Einsatz der Funktionalität einer Ausbaustufe hervorgerufen werden, bei der weiteren Entwicklung berücksichtigt werden.

5 Zusammenfassung

In diesem Artikel haben wir eine Vorgehensweise für die Anforderungsermittlung bei Krankenhausinformationssysteme vorgestellt. Diese Vorgehensweise berücksichtigt die Komplexität der Krankenhausdomäne, die von vielfältigen und sich teilweise widersprechenden Anforderungen, starken Anteilen von Kooperationsarbeit in übergreifenden Aufgaben und sich ständig verändernden Rahmenbedingungen gekennzeichnet ist.

Die Verbindung von aufgabenbezogener Anforderungsermittlung, Analyse übergreifender Aufgaben, der Definition von Kernsystem und Ausbaustufen und zyklischen Vorgehen ermöglicht überschaubare und planbare Schritte bei der Entwicklung und Einführung großer

integrierter Krankenhausinformationssysteme. Dies bestätigen auch die Erfahrungen unseres durchgeführten Krankenhausprojektes.

6 Literatur

- [1] J. Boese, W. Karasch: Krankenhaus-Informatik. Blackwell, Berlin 1994
- [2] B. Blobel: GSG '93 und GNG '95 - Umstrukturierung der Krankenhaussysteme. In: Klinikarzt. Medizin im Krankenhaus, 24. Jahrgang, Nr. 10, 1995, S. 491-499
- [3] E. Dimitz et al.: Das computerisierte Krankenhaus. Campus Verlag, Frankfurt/New York, 1991
- [4] C. Floyd: Arbeitsunterlagen zur Vorlesung "Einführung in die Softwaretechnik", Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Arbeitsbereich Softwaretechnik, Hamburg, 1992
- [5] C. Floyd: Software-Engineering - und dann? Informatik Spektrum, Band 17, Heft 1, Springer-Verlag, 1994, S. 29-37
- [6] G. Gryczan, H. Züllighoven: Objektorientierter Systementwurf: Leitbild und Entwicklungsdokumente. Informatik-Spektrum, Band 15, Heft 5, Springer-Verlag, Oktober 1992, S. 264-272
- [7] K. Kilberth, G. Gryczan, H. Züllighoven: Objektorientierte Anwendungsentwicklung - Konzepte, Strategien, Erfahrungen. 2. Auflage, Vieweg 1994
- [8] A. Krabbel, S. Ratuski, I. Wetzel: Requirements Analysis of Joint Tasks in Hospitals, In: B. Dahlbom et al. (eds.): IRIS 19 „The Future“, Proceedings of the 19th Information systems Research seminar In Scandinavia, August 1996 at Lökeberg, Sweden. Gothenburg Studies in Informatics, Report 8, June 1996, pp. 733-749.
- [9] A. Krabbel, I. Wetzel, S. Ratuski: Participation of Heterogeneous User Groups: Providing an Integrated Hospital Information System. In: J. Blomberg, F. Kensing, E.A. Dykstra-Erickson (Eds.): PDC'96 Proceedings of the Participatory Design Conference, Massachusetts, November 1996, pp. 241-249
- [10] A. Krabbel, I. Wetzel, S. Ratuski: Objektorientierte Analysetechniken für übergreifende Aufgaben. Softwaretechnik '96, Beiträge der GI-Fachtagung, Koblenz 12.-13. September 1996, S. 65-72
- [11] S. Lamnek: Qualitative Sozialforschung. Band 2: Methoden und Techniken. Psychologie Verlags Union, 1989