Technische Universität Ilmenau
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Institut für Wirtschaftsinformatik
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik 2
Univ.-Prof. Dr. Stefan Kirn

Modellierung vernetzter Logistikkreisläufe im Krankenhaus als Ausgangspunkt einer agentenbasierten Simulation

Diplomarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades
„Diplom-Wirtschaftsinformatiker“

an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
der Technischen Universität Ilmenau

Betreuender Hochschullehrer: Univ.-Prof. Dr. Stefan Kirn
Betreuerin: Dipl.-Wirtsch.-Inf. Ulrike Kümmerling

Bearbeiter: Enrico Senger
Am Berge 13a
37345 Bischofferode

Ausgabetermin: 01.04.2000
Abgabetermin: 30.08.2000

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS VI

ABBILDUNGSVERZEICHNIS VIII

TABELLENVERZEICHNIS X

1 EINLEITUNG 1

1.1 MOTIVATION UND ZIELSTELLUNG DER ARBEIT 1

1.2 AUFBAU DER ARBEIT 2

2 GRUNDLAGEN DER ARBEIT 4

2.1 KRANKENHAUSLOGISTIK 4

2.1.1 Der allgemeine Logistikbegriff 4

2.1.2 Basisperspektiven der Logistik und ihr Verständnis des Logistikbegriffs 6

2.1.3 Einordnung der Krankenhauslogistik in den institutionellen Rahmen von Logistiksystemen 12

2.1.4 Wertkettenorientierte Funktionen der Krankenhauslogistik 16

2.1.5 Logistische Objekte im Krankenhaus 20

2.1.6 Entwicklungstendenzen in der Krankenhauslogistik 25

2.1.7 Zur Komplexität der logistischen Prozesse im Krankenhaus 27

2.2 SYSTEME, MODELLE UND SIMULATION 28

2.2.1 Abgrenzung der Begriffe 28

2.2.2 Modellbildung, Modellierungsmethoden und Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) 30

2.2.3 Simulationsmodelle 33

2.3 INTELLIGENTE SOFTWAREAGENTEN 34

2.3.1 Der Agentenbegriff 34

2.3.2 Multiagentensysteme (MAS) 35

3 ANFORDERUNGEN AN DIE MODELLIERUNG KRANKENHAUS-LOGISTISCHER PROZESSE 37

3.1 ANFORDERUNGEN DES KRANKENHAUSLOGISTISCHEN KONTEXTES 38

3.2 ERGÄNZENDE ANFORDERUNGEN AUS DER KONKRETISIERUNG DER GOM 39

3.3 DIE EIGNUNG DER GEBURTSHILFESTATION ZUR ÜBERPRÜFUNG DER ANFORDERUNGSUMSETZUNG DURCH EIN TESTSZENARIO 41

3.4 EIN TESTSZENARIO 42

4 BEITRÄGE BESTEHENDER MODELLIERUNGSMETHODEN ZUR LÖSUNG DES MODELLIERUNGSPROBLEMS 45

4.1 DAS ARIS-KONZEPT 45

4.1.1 ARIS-Beschreibungsebenen 46

4.1.2 Das allgemeine ARIS-Geschäftsprozessmodell 47

4.1.3 Bewertung der Eignung von ARIS für Modellierung in der Krankenhauslogistik 50

4.2 ZIELORIENTIERTE MODELLIERUNG MIT DEM I*-FRAMEWORK 52

4.2.1 Das Strategic-Dependency-Modell 52

4.2.2 Das Strategic-Rationale-Modell 59

4.2.3 Bewertung des Lösungsbeitrages des i*-Frameworks 61

4.3 EREIGNISGESTEUERTE PROZESSKETTEN ALS PROZESSORIENTIERTE MODELLIERUNGSMETHODEN 64

4.3.1 Die Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) 64

4.3.2 Die objektorientierte Ereignisgesteuerte Prozesskette (oEPK) 70

4.3.3 Bewertung des Lösungsbeitrags Ereignisgesteuerter Prozessketten 71

5 aARIS ALS AGENTENORIENTIERTE ADAPTION DER ARCHITEKTUR INTEGRIERTER INFORMATIONSSYSTEME 74

5.1 DAS AARIS-KONZEPT 75

5.1.1 Das allgemeine aARIS-Geschäftsprozessmodell 75

5.1.2 Die Sichtenzerlegung in aARIS 78

5.2 ERWEITERTE STRATEGIC-DEPENDENCY-MODELLE 80

5.3 ERWEITERTE STRATEGIC-RATIONALE-MODELLE 83

5.4 AGENTENORIENTIERT ERWEITERTE EREIGNISGESTEUERTE PROZESSKETTEN ... 86

5.4.1 Aggregation von Funktionsklassen 86

5.4.2 Modellierung von Schleifen 88

5.4.3 Differenzierung von Funktionen und Methoden 89

5.4.4 Korrespondierende Ereignisse 91

5.4.5 Beispiele aus der Modellierung des Testszenarios 92

5.4.6 Überlegungen zur Priorisierung von Prozessen 97

5.5 DIE EIGNUNG VON AARIS FÜR DAS KRANKENHAUSLOGISTISCHE MODELLIERUNGSPROBLEM 98

5.5.1 Bewertung der Eignung des aARIS-Konzeptes für die Modellierung in der Krankenhauslogistik 98

5.5.2 Bewertung der Eignung der für aARIS entwickelten Methoden 99

5.5.3 Fazit 102

6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK 103

LITERATURVERZEICHNIS 110

ANHANG 119

A. DOKUMENTE DES SÜDHARZ-KRANKENHAUSES NORDHAUSEN 119

A.1. Versorgung der Wöchnerin nach normaler Entbindung 119

A.2. Pflegeprogramm bei durchgeführtem Kaiserschnitt 119

A.3. Beitrag des Pflegepersonals zur schnelleren Genesung der Patientinnen. 121

A.4. Arbeitsablauf der Wochenstation 122

A.5. Arbeitsablauf im Kinderzimmer 125

B. SYNTAX IN DIESER ARBEIT VERWENDETER MODELLIERUNGSMETHODEN 127

C. GLOSSAR MEDIZINISCHER BEGRIFFE 130

SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG 132

Abkürzungsverzeichnis

aARIS	agentenorientierte Adaption der Architektur integrierter Informationssysteme
AD	Aufnahmediagnose
Amp.	Ampulle
ARIS	Architektur integrierter Informationssysteme
ärztl.	ärztlich
AUML	agentenorientierte Unified Modeling Language
CTG	Kardiotokogramm
DBW	Die Betriebswirtschaft
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DRG	Diagnosis Related Group
DV	Datenverarbeitung
ED	Entlassungsdiagnose
Entb.	Entbindung
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
eEPK	erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette
ERD	Entity-Relationship-Diagramm
ERM	Entity-Relationship-Modell
erw.	erweitert
evtl.	eventuell
GoB	Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung
GoM	Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung
ICD-9	Internationale Klassifikation der Krankheiten (international classification of diseases), Version 9
JIT	Just-in-Time
KHG	Krankenhausfinanzierungsgesetz
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
MAS	Multiagentensystem
MRP	Material Requirement Planning
MRP II	Manufacturing Resource Planning
oEPK	objektorientierte Ereignisgesteuerte Prozesskette

OP	Operationssaal; *auch* Operation
Prämed.	Prämedikation
PMC	Patient Management Category
PMP	Patient Management Path
PPS	Produktionsplanung- und -steuerung
RR	Abk. für mit dem Riva-Rocci-Apparat gemessene Blutwerte
SD	Strategic Dependency
SDD	Strategic-Dependency-Diagramm
SDM	Strategic-Dependecy-Modell
sof.	sofortig
SOM	Semantisches Objektmodell
SR	Strategic Rationale
SRD	Strategic-Rationale-Diagramm
SRM	Strategic-Rationale-Modell
Temp.	Temperatur
u.	und
UML	Unified Modeling Language
USA	United States of America
verschm.	verschmutzt
vollst.	vollständig
W	Wahrscheinlichkeit
wirtschaftl.	wirtschaftlich
xEPK	agentenorientiert erweiterte (extended) Ereignisgesteuerte Prozesskette
XOR	extended OR (disjunkte Verknüpfung)
xSD	extended Strategic Dependency
xSDD	erweitertes (extended) Strategic-Dependency-Diagramm
xSDM	erweitertes (extended) Strategic-Dependency-Modell
xSR	extended Strategic Rationale
xSRD	erweitertes (extended) Strategic-Rationale-Diagramm
xSRM	erweitertes (extended) Strategic-Rationale-Modell

Abbildungsverzeichnis

Bild 1 Das Grundmodell des betriebswirtschaftlichen Transformationsprozesses und die dadurch induzierten Funktionsbereiche der Unternehmung 7

Bild 2 Differenzierung der Unternehmungslogistik nach Phasen des Güterflusses [in Anlehnung an Doga1994, 42 ;WeKu1998, 8] 8

Bild 3 Fokus der koordinationsorientierten Logistik [in Anlehnung an WeKu1998, 16] 9

Bild 4 Logistikkreise zwischen Kunden, Produzent und Lieferant 11

Bild 5 Institutionelle Einordnung der Krankenhauslogistik [in Anlehnung an Rupp1993, 8 und Pfoh1996, 15] 13

Bild 6 Grundmodell der Erstellung von Dienstleistungen [in Anlehnung an MeBr1997, 23-27] 14

Bild 7 Grundmodell der Erstellung von Krankenhausleistungen [in Anlehnung an Bret1999, 765] 15

Bild 8 Die Vernetzung logistischer Kreisläufe im Krankenhaus am Beispiel einer Notoperation 25

Bild 9 Einordnung des Modellierungsproblems in die Beschreibungsebenen eines Informationssystems nach Scheer [Sche1993, 91] 47

Bild 10 Das allgemeine ARIS-Geschäftsprozessmodell und seine Zerlegung in Sichten [nach Sche1998a, 31 und 34-35] 48

Bild 11 Sichten des ARIS-Hauses [in Anlehnung an Sche1998a, 41] 49

Bild 12 Syntax zur Darstellung von Abhängigkeiten im SD-Diagramm [in Anlehnung an YuMy1993, 4] 53

Bild 13 Abhängigkeiten der Akteure des Testszenarios im SD-Diagramm 56

Bild 14 Die Spezifizierungen des generischen Akteurs und ihre Syntax [in Anlehnung an YuLi2000, 3] 57

Bild 15 Agenten, Positionen und Rollen als Spezifizierung des Akteurbegriffes am Beispiel der Beziehungen zwischen (Stations-)arzt und Chefarzt 58

Bild 16 Syntax der Verknüpfung von Mittel-Zweck-Relationen in SR-Diagrammen [in Anlehnung an YuMy1999, 6] 59

Bild 17 SR-Diagramm einer Krankenschwester im gewählten Testszenario mit Detaillierung der Standardpflege 60

Bild 18 Ressourcen einer EPK [in Anlehnung an Rose1996, 70; NüZi1998, 33]....66

Bild 19 EPK des Arbeitslaufs der Pflegekräfte von 6.00-7.15 Uhr 68

Bild 20 Fallspezifisches Pflegeprogramm nach Kaiserschnitt in EPK-ähnlicher Notation....69

Bild 21 oEPK-Ressourcen [in Anlehnung an NüZi1998, 33-34; Sche1998b, 117] .70

Bild 22 Das aARIS-Geschäftsprozessmodell und seine Zerlegung in Sichten 75

Bild 23 Das aARIS-Zelt 78

Bild 24 Analogien zwischen den Sichten in ARIS und aARIS 79

Bild 25 Darstellung unterschiedlicher Einflussmöglichkeiten auf den Dependee im erweiterten Strategic-Rationale-Diagramm....81

Bild 26 xSDD der Akteure des Testszenarios 82

Bild 27 xSRD einer Krankenschwester des Testszenarios....85

Bild 28 Syntax einer xEPK....86

Bild 29 xEPK Pflegeprogramm Kaiserschnitt Operationstag und 1. Tag postoperativ....93

Bild 30 xEPK Pflegeprogramm Kaiserschnitt 3. Tag postoperativ 94

Bild 31 xEPK Frühdienst 6.00-7.45 Uhr....95

Bild 32 xEPK Frühdienst 7.45-9.00 Uhr....96

Bild 33 Syntaxübersicht i*-Framework [in Anlehnung an YuMy1994a, YuMy1994b] 127

Bild 34 Syntaxübersicht Ereignisgesteuerte Prozessketten [in Anlehnung an Scee1998b, 17; NüZi1998, 26]....128

Bild 35 Syntaxübersicht der aARIS-Modellierungsmethoden 129

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Klassifizierung von Krankenhausabfällen nach LAGA [in Anlehnung an SeKa1997, 49-57; StHe1997, 206-215] 19

Tabelle 2 Anforderungen des krankenhauslogistischen Kontextes 39

Tabelle 3 Anforderungen an zu wählende Modellierungsmethoden aus der Konkretisierung ausgewählter GoM 40

Tabelle 4 Anforderungen an ein Framework von Modellierungsmethoden aus der Konkretisierung ausgewählter GoM 41

Tabelle 5 Wahrscheinlichkeiten von Aufnahme- und Entlassungsdiagnosen und zugehörige Übergangswahrscheinlichkeiten im Testszenario..... 42

Tabelle 6 Übersicht Bewertung des ARIS-Konzeptes 51

Tabelle 7 Übersicht Eignung der Methoden des i*-Frameworks 63

Tabelle 8 Logische Konnektoren Ereignisgesteuerter Prozessketten 65

Tabelle 9 Übersicht Eignung Ereignisgesteuerter Prozessketten..... 72

Tabelle 10 Schlüsselwörter zur Beschreibung von korrespondierenden Ereignissen.... 91

Tabelle 11 Übersicht Eignung des aARIS-Frameworks 102

1 Einleitung

1.1 Motivation und Zielstellung der Arbeit

Die fortschreitende weltweite Vernetzung von Unternehmen führt zu neuen Märkten, Geschäftsfeldern und Organisationsstrukturen, deren Nutzung und Beherrschbarkeit innovative Problemlösungen an der Schnittstelle zwischen Betriebswirtschaft und Informationstechnologie erfordern.

Intelligente Softwareagenten werden in der Literatur als eine Technologie angesehen, von der signifikante Impulse zur Bewältigung dieser Herausforderung erwartet werden können. Die beobachteten Synergieeffekte diverser Projekte sind allerdings unter idealtypischen Bedingungen in Laborexperimenten gemacht worden. Völlig offen ist damit die wichtige Fragestellung, ob die Ergebnisse dieser Forschungsprototypen in praxisrelevante Anwendungssysteme transferiert und somit nutzbar gemacht werden können [BuWi2000, 180].

Das Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) *„Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien“* soll deshalb einen Beitrag zur Erforschung der Potentiale der Agententechnologie in der Betriebswirtschaft leisten [DFG2000; HeKi1999].

Dabei soll die Lösung betriebswirtschaftlicher Anwendungsprobleme mit einer domänenspezifischen Weiterentwicklung der Technologie intelligenter Softwareagenten kombiniert werden [HeKi1999]. Die dafür gewählten Anwendungsgebiete der Fertigungslogistik und der Krankenhauslogistik sind nur teilweise theoretisch und praktisch erschlossen und zeichnen sich durch eine hohe Affinität zur Vernetzungsproblematik aus [HeKi1999; Kirn2000, 181].

Die Arbeitsbereiche des Schwerpunktprogramms umfassen neben der Weiterentwicklung der Agententechnologie, die Erarbeitung theoretischer und methodischer Grundlagen, den Aufbau betriebswirtschaftlicher Anwendungsszenarien und eine betriebswirtschaftliche Technikfolgenabschätzung des Einsatzes intelligenter Softwareagenten [HeKi1999].

Die notwendige Verknüpfung des betriebswirtschaftlichen Domänenverständnisses mit der Informationstechnologie [HeKi1999] unterstreicht dabei die Bedeutung des Schwerpunktprogramms für die Wirtschaftsinformatik.

Mit der vorliegenden Arbeit soll ein Beitrag zur Entwicklung methodischer Grundlagen geleistet werden, indem für die Domäne Krankenhauslogistik untersucht werden soll, wie eine Abbildung ihrer Semantik vorgenommen werden kann, um krankenhauslogistische Kreisläufe agentenorientiert simulieren zu können. Dabei soll der Lösungsbeitrag bestehender Methoden der Referenzmodellierung aufgezeigt und eine darauf aufbauende Adaption entwickelt werden, die einen möglichen Ansatz für einen neuen Zugang zur Agentenmodellierung aufzeigt.

Es soll ebenfalls gezeigt werden, dass von der Simulation der Krankenhauslogistik ein signifikanter Beitrag zur Verbesserung des Problemverständnisses und der Beherrschbarkeit ihrer Komplexität erwartet werden kann. Die Integration der Lösung eines betriebswirtschaftlichen Anwendungsproblems wird so durch die mit der Arbeit geleisteten Vorarbeiten zur Simulation erreicht.

1.2 Aufbau der Arbeit

Zur Sicherstellung der Abdeckung vorstehend genannter Ziele soll die Zielstellung anhand folgender Teilziele der einzelnen Kapitel konkretisiert werden:

In **Kapitel 2** wird zunächst nachgewiesen, dass eine agentenorientierte Simulation einen Lösungsbeitrag für krankenhauslogistische Problemstellungen erbringen kann und die Bedeutung der Modellierungsqualität für die Qualität der Simulation aufgezeigt. Die Darstellung wesentlicher Aspekte der Krankenhauslogistik soll dabei auch einen Beitrag zum besseren theoretischen Domänenverständnis liefern.

Kapitel 3 nimmt eine auf Kapitel 2 aufbauende Ableitung von Anforderungen an eine agentenorientierte krankenhauslogistische Modellierung vor. Der Bezug zu realitätsnahen Anwendungsszenarien soll dadurch hergestellt werden, dass ausgehend von den Daten einer geeigneten realen Krankenhausstation ein Testszenario zur Anforderungsüberprüfung generiert wird.

Kapitel 4 untersucht auf Grundlage der in Kapitel 3 vorgenommen Anforderungsdefinition und dem resultierenden Testszenario ausgewählte Modellierungsmethoden und Formalisierungsansätze auf ihren möglichen Beitrag zur Modellierung krankenhauslogistischer Problemstellungen. Ziel der Untersuchung ist die Identifikation von Problembereichen, für die eine domänenbedingte oder agentenorientierte Weiterentwicklung erforderlich scheint.

In **Kapitel 5** wird mit der *agentenorientierten Adaption der Architektur integrierter Informationssysteme (aARIS)* ein Rahmenkonzept entwickelt, das durch die Abdeckung der in Kapitel 3 abgeleiten Anforderungen in der Lage ist, die krankenhauslogistische Domäne agentenorientiert zu modellieren. Die in Kapitel 4 untersuchten Methoden sollen dabei dahingehend erweitert werden, dass die identifizierten Problembereiche vollständig abgedeckt werden können.

Das **Schlusskapitel** dient der Zusammenfassung der erzielten Ergebnisse unter dem Gesichtspunkt der einleitend definierten Ziele. Dabei soll herausgestellt werden, inwieweit die vorgelegte Arbeit einen Beitrag zur Problematik des DFG-Schwerpunkt-programms leisten konnte. Es soll ebenfalls darauf eingegangen werden, für welche Forschungsfragen neben dem Schwerpunktprogramm die Ergebnisse der Arbeit befruchtend wirken könnten.

In einem umfangreichen **Anhang** werden schließlich Informationen bereitgestellt, die dem besseren Verständnis der Arbeit dienen. Dazu gehören die Wiedergabe von verwendeten Dokumenten des Südharz-Krankenhauses Nordhausen und Übersichten über die Syntax aller im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Modellierungsmethoden. Die enge Verflechtung der Krankenhauslogistik mit der Medizin führt zur Notwendigkeit einer Verwendung medizinischer Fachbegriffe bei der Modellierung krankenhauslogistischer Prozesse, die in einem Glossar erläutert werden.

2 Grundlagen der Arbeit

2.1 Krankenhauslogistik

2.1.1 Der allgemeine Logistikbegriff

Sowohl der Begriff Logistik als auch das ihm innewohnende Problemverständnis haben ihre Ursprünge im militärischen Bereich. Bereits im Altertum erkannten die Feldherren die Bedeutung der Versorgung ihrer Heere mit Wasser, Proviant und Waffen für den Erfolg ihrer Kriegszüge [Rupp1993, 6].

Die Auswahl optimaler Marschrouten und Lagerplätze und der Transport der erforderlichen Ausrüstung erlaubten Hannibal die Meisterleistung, mit einem Heer samt Kriegselefanten die Alpen zu überqueren. Nachschubmaßnahmen und -berechnungen wurden nicht zuletzt deshalb als dritte Kriegskunst neben Strategie und Taktik aufgefasst und vom byzantinischen Kaiser Leontos VI. erstmals unter dem Begriff „Logistik“ subsumiert [Webe1999, 4]. Im Laufe der Jahrhunderte wurde die militärische Logistik immer wieder um Inhalte und Methoden erweitert, insbesondere in Epochen großer kriegerischer Auseinandersetzungen wie der französischen Revolution oder dem Zweiten Weltkrieg [Rupp1993, 6].

Obwohl bereits in vorchristlicher Zeit eine vom heutigen Standpunkt aus als logistikorientiert zu bezeichnende Denk- und Handlungsweise - insbesondere auf Handelsrouten wie der über 4000 km langen Seidenstrasse - Voraussetzung für wirtschaftlichen Erfolg war [Iser1994, 21], wurde die umfassende Unterstützungsfunktion der Logistik bei Transport und Versorgung erst nach dem zweiten Weltkrieg vom militärischen in den wirtschaftswissenschaftlichen Bereich übertragen [Webe1999, 4].

Die Aufgaben betriebswirtschaftlicher Logistik lassen sich durch eine Reihe von „R’s“ beschreiben. Der Umfang dieser „richtigen Zustände“, die durch logistische Maßnahmen erreicht werden sollen, variiert je nach Intention und Betrachtungsweise der Autoren. Im distributionsorientierten Kontext steht das zum richtigen Preis an den richtigen Kunden zu liefernde Produkt im Vordergrund, im innerbetrieblichen Kontext spielen die Kostenaspekte bei der Bereitstellung aller für den *Transformationsprozess* benötigten Objekte eine herausragende Rolle. Der betriebswirtschaftliche Transformationsprozess ist die Kombination von Inputfaktoren zur Erzielung eines Outputs;

seine Elemente sind Input (Beschaffung), Thoughput (Produktion) und Output (Absatz, Distribution) .

Gerade auch unter Berücksichtigung des zurzeit postulierten Konzeptes des „internen Kunden“ erscheint es angebracht, die Sichtweisen von *Ross* [Ross1995, 5] und *Friemuth/Stich* [FrSt1998, 12] zu verknüpfen und als Aufgabe der betriebswirtschaftlichen Logistik die Bereitstellung

- des richtigen Objektes (Personen, Güter, Dienstleistungen, Informationen, Energie)
- in der richtigen Menge
- im richtigen Zustand (Qualität)
- am richtigen Ort
- zum richtigen Zeitpunkt
- für den richtigen Empfänger
- zum richtigen Preis
- mit den richtigen (minimalen) Kosten

zu verstehen.

Logistik wird dementsprechend vom *Council for Logistics Management (CLM)* verstanden als Prozess der Planung, Implementierung und Steuerung des Transports und der Lagerung von Rohstoffen, Halbfabrikaten, Fertigprodukten und zugehörigen Informationen vom Ursprungsort zum Verbrauchsort mit den Zielen Effektivität und Kosteneffizienz unter Berücksichtigung der Kundenwünsche [CLM2000].

Neben der betriebswirtschaftlichen und militärischen Sichtweise existiert weiterhin eine volkswirtschaftliche Betrachtungsweise der Logistik [Ihde1999, 123-127]. Der allgemeine Logistikbegriff ist daher auf einem Abstraktionsniveau zu fassen, dass alle Komponenten des Begriffs in sich zu vereinen vermag. Diese Forderungen erfüllt die Definition der Logistik im Entwurf der Europäischen Norm zur Beschreibung von Struktur und Grundbegriffen der Logistik (DIN EN 12777).

Im Begriffsverständnis der Norm ist Logistik beschrieben als „[...] Planung, Durchführung und Steuerung

- der Bewegung und Plazierung von Menschen und/oder Gütern
- und der unterstützenden Tätigkeiten, die sich auf diese Bewegungen beziehen,

innerhalb eines Systems, welches zur Erreichung bestimmter Ziele eingerichtet ist“ [DIN EN 12777]. In Erweiterung dessen verstehen *Friemuth* und *Stich* unter einem

Logistiksystem die „systemtechnische Verknüpfung von Objekten und Arbeitsmitteln unter gegebenen Voraussetzungen zur Erfüllung einer raum-zeitlichen Transformation“ [FrSt1998, 5]. Es ist anzumerken, dass der Entwurf der DIN-Norm Information (noch) nicht als eigenständiges Logistikobjekt benennt.

Die betriebswirtschaftliche Logistik, auch *Unternehmenslogistik* genannt, soll im Mittelpunkt weiterer Untersuchungen stehen; auf den erarbeiteten allgemeinen Logistikbegriff soll jedoch immer dann zurückgegriffen werden, wenn die zu untersuchenden Probleme in der Literatur nicht oder nicht in der gewünschten Genauigkeit behandelt werden.

2.1.2 Basisperspektiven der Logistik und ihr Verständnis des Logistikbegriffs

Es ist eine wissenschaftlich anerkannte Methode, durch den Wechsel der Betrachtungsperspektive auf eine im Grunde bekannte Problemstellung neue Erkenntnisse zu gewinnen [Ross1995, xi; SzKl1993 , 187]. Jede Paradigma genannte Weltsicht [DUFW1999, 591] problematisiert dabei andere Aspekte des Betrachtungsgegenstandes und führt durch eine darauf aufsetzende Modellbildung zu anderen Lösungsansätzen [Klau1999, 17-19]. Da in der Literatur bezweifelt wird, ob jede Sichtweise der Logistik dauerhaft einen eigenständigen wissenschaftlichen Beitrag leisten kann [Klau1999, 27-28], sollen die unterschiedlichen Begriffsauffassungen hier als *Basisperspektiven* bezeichnet werden.

Verschiedene Autoren identifizieren in zeitlicher Abfolge eine funktionelle, eine koordinationsorientierte und eine flussorientierte Logistikauffassung [z.B. Webe1999; WeKu1998; Klau1999], die nachfolgend zum vertiefenden Verständnis des Logistikbegriffes und seiner Interdependenzen zu anderen betriebswirtschaftlichen Teildisziplinen dargestellt werden sollen.

(a) Die funktionale Sichtweise der Logistik

Die Beschäftigung mit material- und warenflussbezogenen Dienstleistungen und deren Verknüpfung bildet den Ausgangspunkt des funktionsorientierten Logistikverständnisses. Die integrierte Betrachtung aller Lager-, Transport- und Umschlagtätigkeiten [WeKu1998, 10-11] fokussierte das logistische Problemfeld auf die Optimierung des Gütertransfers in Raum-, Zeit- und Anordnungsdimensionen [Klau1999,

26]. Folgerichtig versteht *Domschke* Logistik deshalb als die Wissenschaft der Transport- und Lagersysteme und darin ablaufender Prozesse [Doms1995, XI].

Funktionsorientierte Logistik beschäftigt sich demzufolge mit der Lösung von Transport-, Standort- und Layout- sowie Lagerproblemen [Doms1995, XI; WeKu1998, 13; Dang1999, 323]. *Klaus* bezeichnet diese Basisperspektive deshalb auch als „TUL"-Logistik – wobei „TUL" für **T**ransport, **U**mschlag und **L**agerung steht [Klau1999, 26].

Zur Beherrschung der hohen Komplexität, namentlich der Transport- und Standortprobleme sowie der Unsicherheit in der Lagerhaltung, werden insbesondere Methoden des Operations Research, Simulationsmodelle und Netzplantechniken eingesetzt [WeKu1998, 13].

Der Schwerpunkt der Logistik lag, bedingt durch den Käufermarkt der 50er Jahre, zunächst auf der Distribution; Logistik wurde dementsprechend als *„Physical Distribution Management"* begriffen. Erst die Ausweitung des Logistikverständnisses zum Materialmanagement in den 60er Jahren, führte zu einer Übertragung der gewonnenen Methoden auf Beschaffung und Produktion [Doga1994,27].

Somit entstanden logistische Subsysteme in den Funktionsbereichen des betriebswirtschaftlichen Transformationsprozesses (siehe Bild 1) und zwar die Teilbereiche Beschaffungs-, Produktions- und Distributionslogistik.

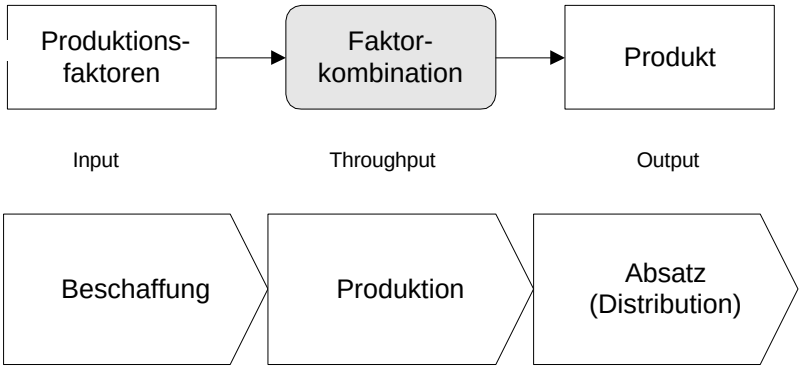


Bild 1 Das Grundmodell des betriebswirtschaftlichen Transformationsprozesses und die dadurch induzierten Funktionsbereiche der Unternehmung

Mit der Sensibilisierung der Gesellschaft für ökologische Probleme wurde auch der Umweltschutz zu einer Determinante der Unternehmenspolitik [Doga1994, 65-66]. Die Entsorgungslogistik befasst sich folgerichtig mit Reststoffflüssen; also mit Transport und Lagerung von Rückständen wie Abwasser, Abluft und Abfall sowie von Wertstoffen, die dem Wirtschaftskreislauf beispielsweise als Sekundärrohstoffe wieder zugeführt werden können [Göpf1999, 203-206].

Durch die Einbeziehung der Entsorgungslogistik entsteht folglich eine funktionale Gliederung des Logistikbegriffes nach den Phasen des Güterflusses (Bild 2).

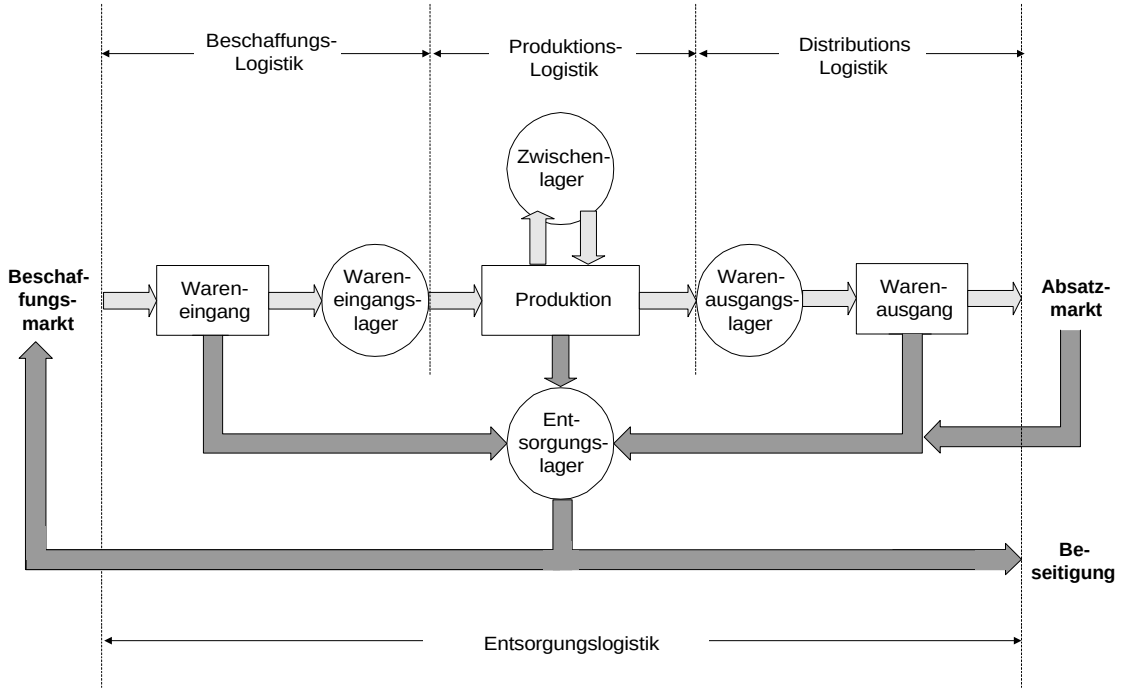


Bild 2 Differenzierung der Unternehmungslogistik nach Phasen des Güterflusses [in Anlehnung an Doga1994, 42 ;WeKu1998, 8]

(b) Die koordinationsorientierte Sichtweise der Logistik

Die funktionale Gliederung der Unternehmungen führte zur Fokussierung der Entscheidungsträger auf die Erreichung von Bereichs- und Abteilungszielen. Eine adäquate Berücksichtigung der Interdependenzen zwischen den Teilsystemen war so nicht möglich. Unterschiedliche Planungsprämissen und eindimensionale Zielsetzungen können jedoch zu einer insgesamt suboptimalen Kombination von Bereichsoptima führen [WeKu1999, 15; FrSt1998, 13-14]. In der Losgrößenplanung werden sowohl in der Beschaffung (Bestelllose) als auch in der Produktion (Fertigungslose) optimale Lösungen entwickelt. Da in der Beschaffung üblicherweise von einem kontinuierlichen Materialverbrauch ausgegangen wird, während die Losgrößenfertigung in der Produktion ein diskontinuierlicher Vorgang ist, ist das Ergebnis nur in Ausnahmefällen optimal. Umgekehrt wird die Vorteilhaftigkeit bestimmter betriebswirtschaftlicher Methoden, wie der Just-in-time-Lieferung erst dann erkannt, wenn die isolierte Betrachtung von Beschaffung und Produktion aufgegeben wird [WeKu1998, 15-17].
Die dargestellten Probleme und die Ausschöpfung der logistischen Effizienzpotentiale in den Funktionsbereichen durch die „TUL“-Logistik verschoben den Fokus der

logistischen Betrachtung folgerichtig zu den Schnittstellen [Klau1999, 27; WeKu14-15], wie Bild 3 verdeutlicht. Logistik ist in diesem Zusammenhang als bereichsübergreifende Koordinationsfunktion zu verstehen [Klau1999, 27]. Im Mittelpunkt logistischen Handelns steht statt der bereichsinternen Effizienz, die Effektivität (also Struktur und Höhe) logistischer Dienstleistungen [WeKu1998, 14]. Der Logistikbegriff wird dementsprechend um material- und warenflussbezogene Koordinationsleistungen zwischen Quellen und Senken ausgeweitet.

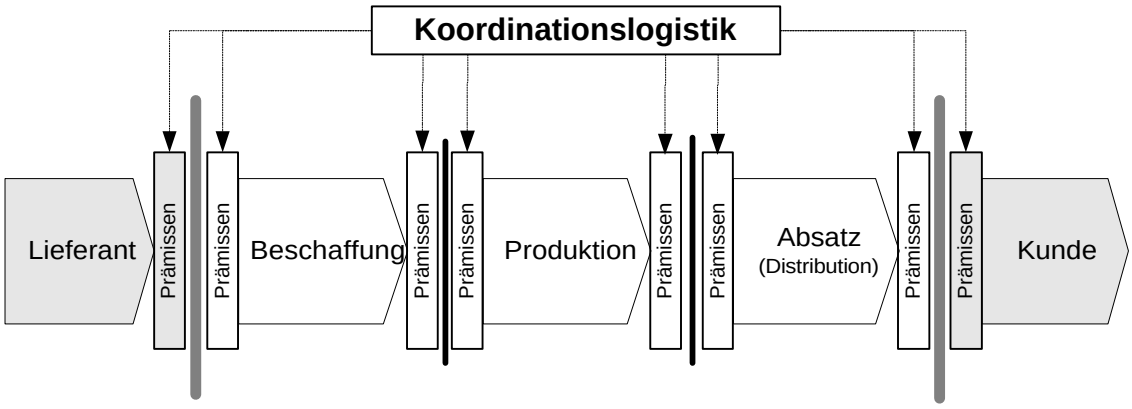


Bild 3 Fokus der koordinationsorientierten Logistik
[in Anlehnung an WeKu1998, 16]

Logistik fokussiert somit auf die gesamte Wertschöpfungskette, wobei auch Kunden und Lieferanten einbezogen werden [WeKu1998, 15-17]. Betrachtungsgegenstand sind nun Prozesse als „[...] inhaltlich abgeschlossene, zeitlich-logische Abfolge der Funktionen [...], die zur Bearbeitung eines prozessprägenden betriebswirtschaftlich relevanten Objekts ausgeführt werden“ [Rose1996, 9]. Damit wird beispielsweise der Ablauf der Arbeitschritte (und damit auch der Logistikleistungen), die zur Erstellung eines Produkts notwendig sind, über alle Funktionsbereiche integriert betrachtet. Durch diese Prozessorientierung entstehen **Logistikketten** als bereichs- und unternehmensübergreifende Logistiksysteme. In letzter Konsequenz löst sich die Logistik deshalb auch von der Betrachtung des Waren- und Güterflusses und durchdringt als Querschnittsfunktion alle Unternehmensbereiche [Klau1999, 27]. Das Prozessobjekt der Logistikketten ist damit als Merkmal zur Differenzierung von Subsystemen besser geeignet, als die Funktionsgliederung entlang der Wertschöpfungskette. Entsprechend kann Logistik in *Sachgüterlogistik, Personenlogistik* und *Informationslogistik* gegliedert werden.

Koordinationsorientierte Logistik wird zu einem Wettbewerbsinstrument, das zur Produktdifferenzierung durch einen höheren logistischen Leistungsgrad oder zur

Erreichung der Kostenführerschaft durch Kostensenkungen in der Logistikkette eingesetzt werden kann [WeKu1998, 19]. Neben der aus der funktionalen Logistik übernommenen technikorientierten Sichtweise spielen damit auch Führungsaspekte eine bedeutende Rolle in der koordinationsorientierten Logistik [WeKu1998, 20].

(c) Die flussorientierte Sicht der Logistik

Mit der Koordinationslogistik wird das logistische Denken zwar über die einzelnen Bereiche hinaus an der Wertschöpfungskette ausgerichtet, die funktionale Struktur der Unternehmung aber nicht grundsätzlich in Frage gestellt [WeKu1998, 24].
Die zunehmende Dynamik des unternehmerischen Umfeldes lässt sich jedoch mit funktionsspezialisierten Strukturen nicht mehr bewältigen. Durch eine prozess-orientierte Organisationsgestaltung kann eine Reduktion der immer komplexeren Koordinationsleistungen erreicht werden. Ablauforganisatorische Aspekte bekommen so mehr Gewicht als die Aufbauorganisation [WeKu1998, 21-22].
Die flussorientierte Logistikauffassung begreift Wirtschaft und Unternehmen deshalb als ein Netzwerk von Güter-, Informations-, und Entscheidungsflüssen [Klau1999, 28-29]. **Logistische Kreisläufe** beschreiben daher nicht nur die Logistik im Sinne eines Kreislaufs von Beschaffung, Produktion, Distribution und Entsorgung, sondern in einer zweiten, hier verwendeten Bedeutung die ganzheitliche Betrachtungsweise logistischer Prozesse (siehe Bild 4).
Die Anforderung eines Gutes durch einen Kunden erfolgt zunächst durch einen Informationsstrom, der bis zum Lieferanten der Ausgangsfaktoren durchläuft. Danach werden die Faktoren (seien es physische Materialien oder immaterielle Güter sowie Arbeitskraft) bereitgestellt, kombiniert und das Produkt dem Kunden geliefert. Gleichzeitig laufen auch Informationen bezüglich des gelieferten Produkts vom Lieferanten bis zum Kunden (z.B. Rechnung) [Zahn1994, 41-43; weitere Überlegungen zum logistischen Kreis finden sich auch bei Doga1994, 105 und Lin1998, 106].

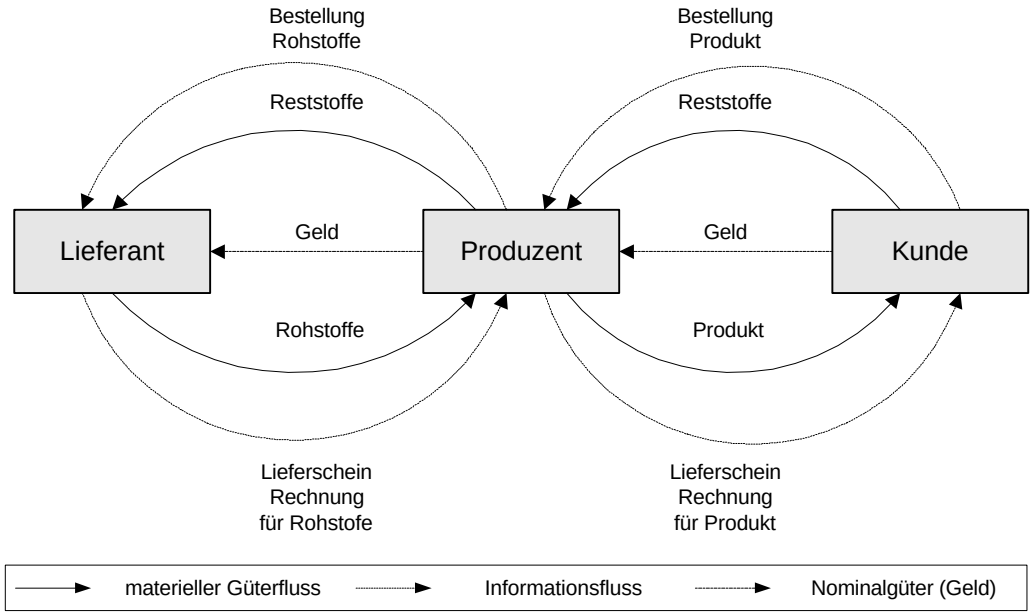


Bild 4 Logistikkreise zwischen Kunden, Produzent und Lieferant

Ziel der flussorientierten Logistik ist es, das gesamte Unternehmen flussorientiert auszugestalten. Dabei beschränkt sich die Sichtweise nicht auf die klassischen Leistungstypen der „TUL“- Logistik. Im Sinne der Flussorientierung können beispielsweise Transport- und Instandhaltungsleistungen gleichgesetzt werden - sowohl ein unterlassener Transport als auch ein Maschinenausfall aufgrund unterlassener Instandhaltung bewirken einen unerwünschten Stillstand im System [WeKu1998, 22-23]. Der Waren- und Dienstleistungsfluss ist lediglich in seinem Beitrag zur Flussorientierung interessant. Logistik ist stattdessen als Führungsaufgabe zu verstehen [WeKu1998, 24-25]. Das Führungshandeln ist inhaltlich so auszulegen, dass alle Leistungsprozesse zur Flussorientierung beitragen. Dafür ist es erforderlich, die Führungsstrukturen selbst flussorientiert zu gestalten [WeKu1998, 25; Klau1999, 31; FrSt1998, 12-14]:

- Das Stoffflussdenken als ganzheitliches Denken und Handeln ist im Wertesystem der Unternehmung zu verankern und auch Nicht-Logistikern zu vermitteln.
- Die Flussorientierung muss sich in adäquaten Zielgrößen, Informationssystemen und Personalanreizsystemen niederschlagen.
- Die Beherrschung turbulenzarmer und damit zeiteffizienter, kundenfreundlicher und wettbewerbsorientierter Leistungsprozesse ist als strategische Fähigkeit zu entwickeln.
- Die Unternehmensorganisation ist prozessorientiert zu gestalten.

Damit ist die logistikorientierte Gestaltung eines Metaführungssystems Voraussetzung für die Umsetzung des Flusskonzeptes [WeKu1998, 24-25].

Zur Einführung der flussorientierten Denkweise und der Veränderung bestehender Strukturen im Unternehmen bieten sich grundsätzlich zwei Vorgehensweisen an. Im Sinne des *Kaizen* wird der angestrebte Zustand durch inkrementelle Verbesserung des Ist-Zustandes erreicht [FrSt1998, 15-16] . Das *Business (Process) Reengineering* zielt auf eine Verbesserung um Größenordnungen dadurch ab, dass es sich völlig von den bestehenden Strukturen und Verhaltensmustern löst und eine Neugestaltung des Unternehmens vornimmt [HaCh1996, 47-53].

2.1.3 Einordnung der Krankenhauslogistik in den institutionellen Rahmen von Logistiksystemen

Nach den Aggregationsebenen wird Logistik zunächst in Makro-, Mikro-, und Meta-logistik differenziert. *Mikrologistik* beschäftigt sich dabei mit der Logistik von Einzelwirtschaften (Unternehmen und Haushalten), *Makrologistik* fokussiert auf die Logistik von Volkswirtschaften. Eine Zwischenform bildet die *Metalogistik*, deren Betrachtungsgegenstand unternehmensübergreifende Kooperationen und ihre Logistik darstellt [Doga1994, 37-38; Ihde1999, 116-117].

Im Rahmen der Mikrologistik unterscheiden *Pfohl* [Pfoh1996, 14] und *Rupper* [Rupp1993, 8] in Militärlogistik, Unternehmenslogistik, Krankenhauslogistik und Logistik sonstiger Organisationen. Von dieser Gliederung soll aufgrund der aktuellen Entwicklungen im deutschen Gesundheitswesen abgewichen werden (vgl. Bild 5). Krankenhauslogistik ist als spezielle Dienstleistungslogistik in die Unternehmens-logistik einzuordnen, zum einen durch den fortwährenden Druck zur wirtschaftlich effizienten Leistungserbringung und den damit verbundenen Einzug wirtschaftlicher Handlungsmaximen in den Krankenhausbereich [Pföh1999, 356], zum anderen bereits durch die bloße Existenz von Kliniken in privatwirtschaftlicher Trägerschaft (z.B. der Rhön-Kliniken AG).

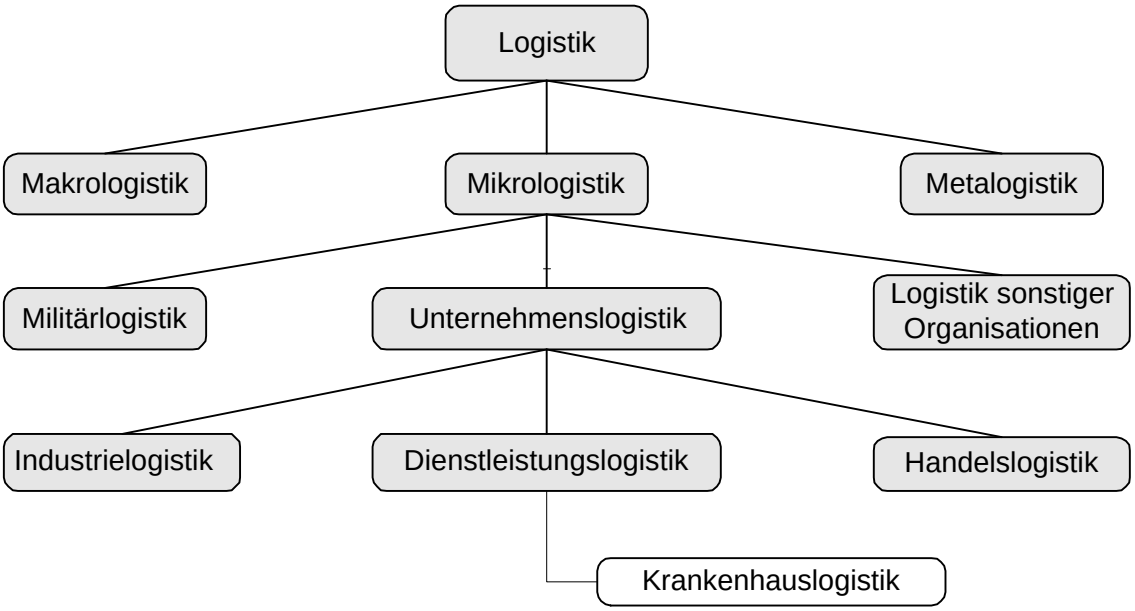


Bild 5 Institutionelle Einordnung der Krankenhauslogistik
[in Anlehnung an Rupp1993, 8 und Pfoh1996, 15]

Die Struktur der im Krankenhaus erbrachten Leistungen legt es nahe, Krankenhauslogistik als eine spezielle Ausprägung der Dienstleistungslogistik aufzufassen. Zur Erläuterung dieser Position soll zunächst der Begriff der Dienstleistung erarbeitet werden und anschließend das Krankenhaus in die Dienstleistungsunternehmen eingeordnet werden, bevor abschließend explizit zur Begrifflichkeit der Krankenhauslogistik Stellung genommen werden soll.

Der Dienstleistungsbegriff

Dienstleistungen unterscheiden sich von industriellen Produkten insbesondere durch zwei wesentliche Merkmale [Mert1998, 111; MeBr1997, 27; Schn1999, 226]:

- Am Prozess der Dienstleistungserstellung muss zusätzlich zu den internen Produktionsfaktoren des Erstellers ein *externer Faktor* aktiv oder passiv mitwirken, nämlich der Nachfrager der Dienstleistung selbst (z.B. im Theater) oder in seiner Verfügungsgewalt befindliche Objekte (z.B. bei der Abgasuntersuchung).
- Die Dienstleistung selbst ist ein *immaterielles Gut*, das sich in der Nutzenstiftung am externen Faktor konkretisiert (z.B. in kulturellem Genuss oder der Benutzbarkeit des Autos im Straßenverkehr), selbst wenn zur Dienstleistung materielle Komponenten gehören (z.B. die Eintrittskarte ins Theater oder im Fall der Abgasuntersuchung die entsprechende Plakette) .

Von den in der Literatur verwendeten Dienstleistungsdefinitionen ist die Begriffsbeschreibung anhand konstitutiver Merkmale deshalb als besonders geeignet anzusehen, weil nur diese Merkmale Abgrenzungskriterien mit Anknüpfungspunkten zur betriebswirtschaftlichen Theorie versprechen [MeBr1997, 27; Klos1999, 5]. Üblicherweise wird in diesem Zusammenhang von potential-, prozess- und ergebnisorientierten Definitionen gesprochen, die jedoch nicht als konkurrierend, sondern als einander ergänzend zu verstehen sind [MeBr1997, 24-27; Klos1999, 5-6]. *Potentialorientierte Dienstleistungen* entstehen durch das Vorhalten einer Leistungsbereitschaft seitens des Anbieters (z.B. Objektbewachung durch den Wachschutz), bei *prozessorientierten Dienstleistungen* steht der Prozess der Dienstleistungserstellung im Vordergrund (z.B. Vorstellung im Theater) und bei *ergebnisorientierten Dienstleistungen* wird fokussiert auf die durch die Dienstleistungserstellung erworbene Nutzensteigerung (z.B. neuer Haarschnitt beim Frisör).

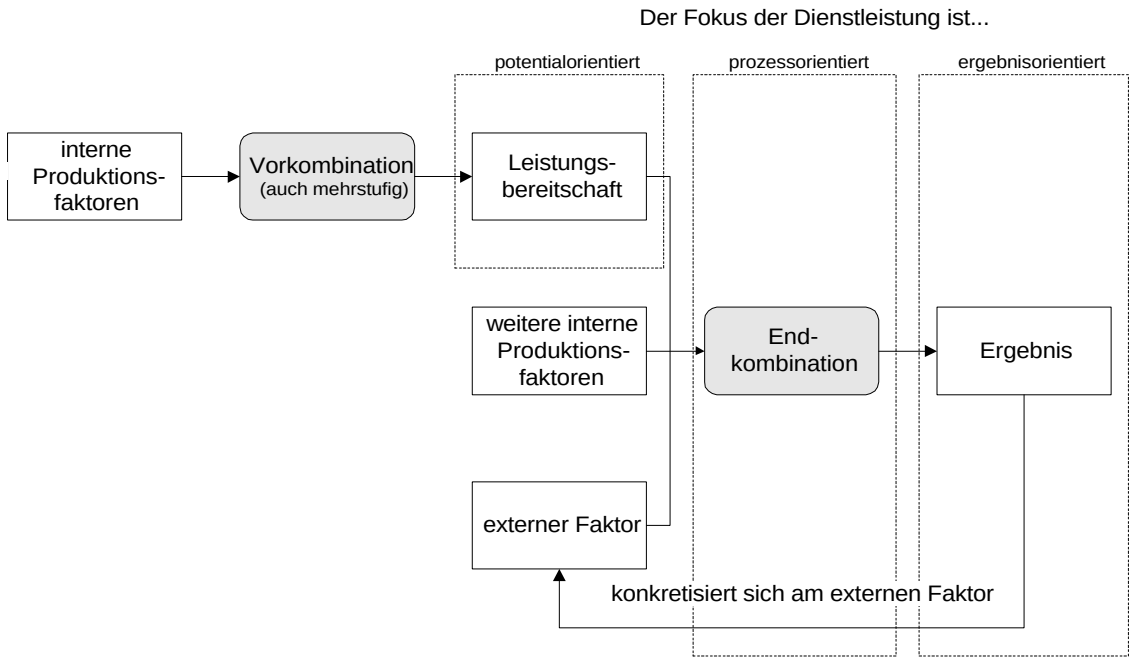


Bild 6 Grundmodell der Erstellung von Dienstleistungen [in Anlehnung an und MeBr1997, 23-27]

Bedingt durch die herausgestellten Besonderheiten der Dienstleistungserstellung - Immaterialität und Notwendigkeit eines externen Faktors - ergibt für sich Dienstleistungen ein spezifiziertes Grundmodell des betrieblichen Leistungsprozesses (Bild 6).

Das Krankenhaus als Dienstleistungsunternehmen

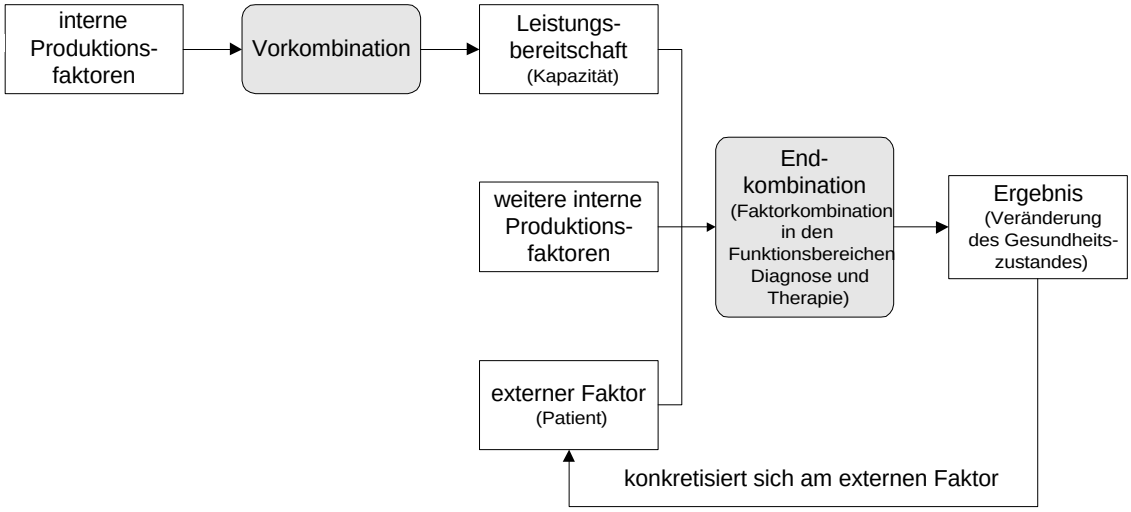


Bild 7 Grundmodell der Erstellung von Krankenhausleistungen [in Anlehnung an Bret1999, 765]

Anhand des Grundmodells der Dienstleistungserstellung (Bild 6) kann durch Einbringen der krankenhaustypischen Spezifika ein Grundmodell der Erstellung von Krankenhausleistungen entwickelt werden (Bild 7). Krankenhäuser erbringen ergebnisorientierte Dienstleistungen am kranken Menschen mit dem im Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG) beschriebenen Ziel, durch ärztliche und pflegerische Hilfeleistung Krankheiten oder Körperschäden festzustellen, zu heilen oder zu lindern oder Geburtshilfe zu leisten (vgl. §2 Satz 1 Nr. 1 KHG).

Gegenstand der Krankenhauslogistik

Kennzeichen von Krankenhäusern ist eine starre funktionale Gliederung infolge einer notwendigen Funktionsspezialisierung (z.B. Chirurgie, Innere Medizin, Radiologie, Neurologie). Die Abteilungsbildung erlaubt die Konzentration des ärztlichen Personals auf ein medizinisches Teilgebiet und verbessert somit den Behandlungserfolg. Demzufolge ist als derzeitige Hauptaufgabe, die Verringerung von Schnittstellenverlusten durch eine funktionsübergreifende Koordination zu sehen [Bret1999, 765].
Insofern ist Krankenhauslogistik der koordinationsorientierten Logistikauffassung zuzuordnen. Wie jedoch in 2.1.2 bereits herausgestellt wurde, kann der Koordinationsaufwand durch eine flussorientierte Organisationsgestaltung reduziert werden. Perspektivisch gesehen muss deshalb eine flussorientierte Gestaltung aller Leistungsprozesse des Krankenhauses Ziel der Krankenhauslogistik sein [Bret1999, 765-773].

In der bisherigen Literatur zur Krankenhauslogistik steht primär eine effiziente Lösung von Transport- und Lagerproblemen im Vordergrund der Betrachtungen. Diese unter anderem von *Jansen* [Jans1979] und *Harneit* [Harn1999] gewählte funktionale Herangehensweise wird in der vorgelegten Arbeit nicht weiter verfolgt, weil sie für die sich aus koordinations- und flussorientierter Sichtweise ergebenden Problemstellungen keinen signifikanten Lösungsbeitrag erwarten lässt.

Unter Berücksichtigung der ambivalenten Begrifflichkeit soll deshalb in Kapitel 2.1.4 Krankenhauslogistik zunächst anhand der Phasen des Wertschöpfungsprozesses in Subsysteme aufgeteilt werden und die Koordinationserfordernisse zwischen den Funktionsbereichen herausgestellt werden. Anschließend soll in 2.1.5 nach dem Objekt der Logistikprozesse differenziert werden und Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Interdependenzen von Personal-, Material- und Informationslogistik dargestellt werden.

2.1.4 Wertkettenorientierte Funktionen der Krankenhauslogistik

Ausgehend von der funktionalen Gliederung der betriebswirtschaftlichen Logistik in Beschaffungs-, Produktions-, Distributions- und Entsorgungslogistik (vgl. 2.1.2) können unter Berücksichtigung der in Kapitel 2.1.3 herausgearbeiteten Besonderheiten der Leistungserstellung im Krankenhaus funktionale Subsysteme gebildet werden.

Von zentraler Bedeutung für die Erbringung der Krankenhausleistung ist die *Leistungserstellung am kranken Menschen* selbst [Bret1999, 766]. Diese findet durch Diagnose, Therapie, Pflege und Versorgungsleistungen wie Unterbringung oder Essenversorgung statt [Schm1993, 37]. Die Endkombination, in welche die Leistungsbereitschaft des Krankenhauses, der Patient selbst als externer Faktor und weitere interne Produktionsfaktoren eingehen, wird deshalb verschiedentlich auch als Primärleistung des Krankenhauses beschrieben [Schm1993, 26-29]. Somit liegt es nahe, der Krankenhauslogistik in diesem Bereich eine der Produktionslogistik ähnliche zentrale Stellung einzuräumen.

Im Bereich der Beschaffung beziehen sich die logistischen Fragestellungen auf die *Bereitstellung der Einsatzfaktoren* für die Erstellung der Primärleistung, wobei der externe Faktor Patient einer besonderen Beachtung bedarf [Bret1999, 766].

Die Krankenhausleistung wird vor Ort am Patienten erbracht; die Problematik der Distribution stellt sich somit nicht. Allerdings gewinnen im Anschluss an die eigentliche Leistungserstellung logistische Leistungen im Bereich der *Nachsorge*, die in

anderen medizinischen Einrichtungen oder zu Hause stattfinden kann, immer mehr Bedeutung [Bret1999, 766-767].

Die *Entsorgung* von Krankenhausabfällen jeglicher Art stellt einen vierten Funktionsbereich der Krankenhauslogistik da, wobei neben der Wahl der ökologisch verträglichsten Entsorgung auch ethische, ästhetische und gesundheitspolitische Aspekte eine Rolle spielen [SeKa1997, 57].

Logistik bei der Bereitstellung der Einsatzfaktoren

Brettel nennt neben dem *externen Faktor*, an dem die Leistungserbringung erfolgt, drei wesentliche Einsatzfaktoren für die Erstellung der Gesundheitsleistung im Krankenhaus [Bret1999, 767]:

- *Personal* (Ärzte, Pflege- ,Verwaltungs- und Hilfskräfte),
- *Material* (Medikamente, Verbandsmaterial etc.) und
- die im Rahmen der Vorkombination geschaffene *Infrastruktur* (Gebäude, Geräte etc.).

Ein vierter Einsatzfaktor, dessen Bedeutung ständig zunimmt [AlSc2000, 80; Gmil1995, 1-7], sind *Informationen*, beispielsweise über Kostenübernahmezusagen der Krankenkassen für Patienten. Der Produktionsfaktor Information substituiert dabei aufgrund des technologischen Fortschritts andere Faktoren (z.B. Material- und Personaleinsparungen in der Krankenhausapotheke durch ein computergestütztes System zur Bestellung von Medikamenten für im voraus planbare Operationen) [PiRe1991, 250].

Aufgabenfelder der Beschaffungslogistik im Krankenhaus sind somit [Bret1999, 767]:

- die Optimierung von Bereitschaftszeiten und Auslastung insbesondere des ärztlichen und pflegerischen Personals,
- die effiziente Gestaltung von Transport- und Lagerhaltungsprozessen bei der Materialbeschaffung,
- die kurzfristige Beeinflussung der Auslastung der Infrastruktur,
- Fragen der Verfügbarkeit und zeitlichen Disposition des externen Faktors sowie
- die zeitnahe und umfassende Bereitstellung benötigter Informationen.

Die relative Orthogonalität des Aufgabenspektrums für die verschiedenen Einsatzfaktoren verdeutlicht die Notwendigkeit der bereits angesprochenen Untersuchung nach Prozessobjekt differenzierter logistischer Subsysteme im folgenden Kapitel.

Logistik bei der Erstellung der Gesundheitsleistung

Das Management des Patienten- und Materialflusses steht im Mittelpunkt logistischer Leistungen bei der Erstellung der Primärleistung. Zur Gewährleistung der Fluss-orientierung resultierender Prozesse ist es darüber hinaus erforderlich, ein transport-aufwandminimales Layout der Behandlungseinrichtungen anzustreben, wobei die medizinische Notwendigkeit der Abteilungsbildung zur Erzielung ärztlicher Spezialisierungsvorteile und medizinisch bedingte Ruhezeiten der Patienten als Restriktionen berücksichtigt werden müssen. [Bret1999, 770].

Die Terminierung von einzelnen Diagnose-, Therapie- und Pflegeleistungen am Patienten stellt ein weiteres Aufgabenfeld der Logistik dar und kann beispielsweise zur Belegung von Operationssälen genutzt werden. Eine Fließproduktion bei der Gesundheitsleistung ist jedoch aufgrund der Unmöglichkeit einer vollständigen Prognose von Krankheitsverläufen nur in Ausnahmefällen möglich [Bret1999, 770-771; siehe auch Matt1973, 15-16].

Entlassungs- und Nachsorgelogistik

Die Reduzierung von Verweildauern im Krankenhaus und die frühzeitige Planung der Anschlussversorgung außerhalb des Krankenhauses stehen im Zentrum des logistischen Subsystems der Nachsorge. Die zustandsgerechte Unterbringung des Patienten ist dabei auch unter dem Gesichtspunkt der unterschiedlichen Kosten zu betrachten, die eine Unterbringung in Intensivpflege, Normalpflege oder in Rehabilitationseinrichtungen hervorrufen. Dabei ist die Transportfähigkeit des Patienten notwendige Voraussetzung für eine Änderung seiner Unterbringung [Bret1999, 771].

Darüber hinaus gehört in den Aufgabenbereich der Nachsorgelogistik gegebenenfalls auch der Transport des Patienten nach Hause oder in eine Nachsorgeeinrichtung, sowie der Rücktransport mitgegebener Hilfsmittel wie Rollstühle oder Gehhilfen zum Krankenhaus [Bret1999, 771].

Entsorgungslogistik

Die Entsorgungslogistik beschränkt sich nicht nur auf die Beseitigung entstehender Abfälle, sondern hat in Interaktion mit den anderen Subsystemen darüber hinaus die Aufgabe, die Abfallmenge zu reduzieren. Dabei werden vier Strategien in der Reihenfolge ihrer ökologischen Vorteilhaftigkeit nacheinander angewendet [Doga1994, 342]:

- Vermeiden vor Vermindern,
- Vermindern vor Verwerten,
- Verwerten vor Beseitigen.

Diese auch als *Vier-V-Philosophie* bezeichnete Grundhaltung gilt auch für die Entsorgung im Krankenhaus.

Gruppe	Klassifikationsmerkmal	Beispiele
A	Hausmüll und ähnliche Abfälle	Blumen, Verpackungen etc.
B	medizinische Abfälle mit **infektionspräventiver** Sonderbehandlung *innerhalb* der Einrichtung	Abfälle, die in Berührung mit Krankheitserregern gekommen sind
C	medizinische Abfälle mit **infektionspräventiver** Sonderbehandlung *innerhalb* und *außerhalb* der Einrichtung	Abfälle bei der Behandlung seuchenauslösender Krankheiten (Tuberkolose, Cholera, etc.)
D	Abfälle mit **umwelthygienischer** Sonderbehandlung	Chemikalien, Zytostatika
E	medizinische Abfälle mit **ethisch** gebotener Sonderbehandlung	Körperteile, Organabfälle

Tabelle 1 Klassifizierung von Krankenhausabfällen nach LAGA [in Anlehnung an SeKa1997, 49-57; StHe1997, 206-215]

Das Hauptaugenmerk ist hierbei auf den unterschiedlichen Umgang mit verschiedenen Abfallgruppen zu richten (siehe Tabelle 1), wie sie beispielsweise durch die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) definiert wurden [SeKa1997, 49].

2.1.5 Logistische Objekte im Krankenhaus

Hinsichtlich der Objekte logistischer Prozesse im Krankenhaus können unter Rückgriff auf die bisherigen Erkenntnisse die Subsysteme der *Personallogistik, Materiallogistik, Infrastrukturlogistik,* der Logistik des externen Faktors *(Patientenlogistik)* und der *Informationslogistik* gebildet werden. Die Leistungsprozesse im Krankenhaus sind, auch im wirtschaftlichen Interesse, auf eine Verbesserung des Gesundheitszustands des Patienten auszurichten. Prozessorientierung in der Krankenhauslogistik muss deshalb auch bedeuten, dass die Prozesse an den Bedürfnissen des Patienten ausgerichtet werden.

Bevor deshalb auf die Subsysteme eingegangen wird, die hinsichtlich des Prozessobjekts ausdifferenziert werden können, soll erläutert werden, wie das Konzept der Fallgruppenbildung zur flussorientierten patientenbezogenen Leistungserstellung beitragen kann.

Fallgruppenbasierte Patientenflussorientierung

Um eine auf die Krankheit abgestimmte Behandlung des Patienten zu erreichen, ist es notwendig, Cluster gleichgelagerter Fälle zu bilden. Durch die Bildung standardisierter Leistungsbündel [Schm1993, 33] kann nicht nur eine planbare und effiziente Leistungserstellung gewährleistet werden, die Beschreibung der notwendigen Prozesse kann darüber hinaus eine einheitlich hohe Qualität bei der Erstellung der Gesundheitsleistung gewährleisten [Wild1995, 28-30].

Ausgangspunkt der Überlegungen ist die Tatsache, dass jeder Patient Leistungen in unterschiedlichen Leistungskategorien in Anspruch nimmt [Schm1993, 35-36]:

- diagnostische Leistungen,
- therapeutische Leistungen,
- Pflegeleistungen
    - der Grundpflege (z.B. Betten, Waschen) und
    - der Behandlungspflege (z.B. Wechsel von Verbänden) sowie
- Versorgungsleistungen.

Patienten, zu deren Behandlung die gleiche Inanspruchnahme von Ressourcen erforderlich ist, werden einer Fallgruppe zugeordnet [Leid1987, 35; Schm1993, 43].

Als bekannteste Fallgruppenschemata gelten *Diagnosis Related Groups (DRGs)* und *Patient Management Categories (PMCs)* [Brett1999, 769]. Darüber hinaus gibt es beispielsweise auch Schemata zur Klassifizierung von Pflegeleistungen [Leid1987, 46-48].

Die Zuordnung der Fälle zu einer DRG erfolgt aufgrund der gestellten Diagnose, des Alters des Patienten, diagnostizierter Begleiterkrankungen und während der Behandlung aufgetretener Komplikationen [Leid1987, 38-40]. In einer Patient Management Category (PMC) werden diejenigen Fälle zusammengefasst, für die typischerweise der gleiche Behandlungsweg (*Patient Management Path (PMP)*) einzuschlagen ist, ohne dabei die möglicherweise erst bei der Entlassung sicher zu stellende Diagnose in den Vordergrund zu stellen [Schm1993, 67-75; Leid1987, 42-43].

Allen Fallgruppenschemata ist jedoch gemein, dass sie versagen, wenn der Patient an mehreren Krankheiten leidet (Multimorbidität) oder ein untypischer Krankheitsverlauf auftritt. Deshalb sind sie nicht zur alleinigen Steuerung der Prozesse im Krankenhaus geeignet, sondern müssen um andere Konzepte erweitert werden [Bret1999, 769].

Personallogistik

Die hohe Bedeutung der Personallogistik im Krankenhaus resultiert aus dem Anteil von circa zwei Drittel der Betriebskosten eines Krankenhauses, der für Personalkosten aufzuwenden ist [Bret1999, 767]. Das bereits bei der Beschreibung des Aufgabenspektrums der Beschaffungslogistik in Kapitel 2.1.4 angesprochene Problem des optimalen Personaleinsatzes kann nur dann gelöst werden, wenn die traditionelle Krankenhausplanung durch eine flussorientierte Planung der Einsatzfaktoren abgelöst wird. Die Lösung des Auslastungsproblems ist dabei bei ärztlichem Personal wegen dessen höherer Spezialisierung vordringlicher als beim Pflegepersonal [Bret1999, 769].

Der Personalbedarf wird klassischerweise wie auch die Menge anderer Einsatzfaktoren durch ein Produkt aus dem Bettenbedarf und einem speziellen Umrechnungsfaktor ermittelt. Eine flussorientierte Planung hingegen setzt auf die aus den Fallgruppen entwickelten *Behandlungspfade* auf, welche in der Literatur auch unter dem Begriff Therapiepfade[1] bekannt sind.

[1] Der auch von *Brettel* [Bret1999, 769] verwendete Begriff greift jedoch zur Beschreibung zu kurz, weil er sich nur auf eine der vier Leistungskategorien (Diagnose, Therapie, Pflege und Versorgung) bezieht.

Die Prognose der zu erwartenden Fälle erfolgt dann mittels Regressionsmethoden unter Berücksichtigung saisonaler Schwankungen (z.B. bei Erkältungskrankheiten) [Brett1999, 767-768]. Die Bereitstellung des Personals, wie auch anderer Einsatzfaktoren, erfolgt aufgrund der Hochrechnung durchschnittlich von pro Fall benötigter Ressourcen [Bret1999, 768; ReDi1991, 602].

Diese in der Industriebetriebslehre als MRP-Konzept (MRP = Material Requirement Planning) bekannte Planungssystematik findet ihre logistikorientierte Erweiterung in MRP II (MRP II = Manufacturing Resource Planning) [ReDi1991, 602-604]. Für die Personallogistik des Krankenhauses sind daraus der ständige Abgleich der Einsatzplanung mit dem zur Verfügung stehenden Personal und aktuellen Störungen (Komplikationen bei der Erstellung der Primärleistung und Notfälle) sowie eine liegezeitminimierende Terminierung der Leistungsprozesse abzuleiten.

Die aufgezeigten Grenzen der Fallgruppenschemata und die existenzielle Bedeutung einer raschen Notfallversorgung für den Patienten erfordern darüber hinaus das Vorhalten einer Personalreserve (Bereitschafts- und Notfalldienst) und Mechanismen zur schnellen Umgruppierung des Personals von niedriger- hin zu höherpriorisierten Leistungsprozessen. Der Durchgriff der Personallogistik auf alle Bereiche der Wertschöpfungskette im Gesundheitswesen ist hier deutlich zu sehen.

Materiallogistik

Zu den eigentlichen Materialkosten des Krankenhauses kommen Logistikkosten in Höhe von 70-100% des Einkaufspreises [Bret1999, 769]. Die Beherrschung der Materiallogistik und damit verbundene Kostensenkungen können somit wirtschaftliche Vorteile gegenüber Mitwettbewerbern gewährleisten.

Die konsequente Weiterführung der Flussorientierung mit der Fokussierung auf den **Patientenfluss** kann dabei durch eine Erweiterung der Behandlungspfade um *Materialbedarfspläne* im Sinne des MRP geschehen [Bret1999, 769; ReDi1991, 602]. Ist keine Bildung standardisierter Behandlungswege möglich (etwa bei einem Patienten mit einer seltenen Tropenkrankheit), stößt dieser Ansatz an seine Grenzen.

Kann die Leistungserbringung nicht fallbasiert geschehen, empfiehlt es sich, stattdessen den **Materialfluss** zu optimieren. Dies geschieht insbesondere durch die Nutzung des *Just-in-Time*-Konzepts (JIT) [Bret1999, 769]. Die Belieferung mit benötigten

Materialien, beispielsweise Blutkonserven einer seltenen Blutgruppe, erfolgt dabei erst bei Auftreten des Bedarfs [Bret1999, 769-770; ReDi1991, 474].
In beiden Fällen ist es darüber hinaus sinnvoll, *Lagerkosten* durch eine Bündelung der Bestände aller Krankenhäuser eines lokalen Einzugsgebietes zu minimieren [Bret1999, 769-770].

Infrastrukturlogistik

Die patientenflussorientierte Bereitstellung medizinischer Geräte oder Einrichtungen wie Röntgengeräte oder Operationssäle ist als Aufgabe des logistischen Subsystems der Infrastrukturlogistik zu sehen. Die hier zu lösenden Probleme betreffen vor allem die Belegungsplanung und die Gewährleistung einer hohen Auslastung der Kapazitäten. Methodisch ist somit eine Analogie zur Personallogistik festzustellen.

Patientenlogistik

Der Patient ist nicht nur als „Kunde“ der Leistungserstellung im Krankenhaus zu betrachten; die Dienstleistungseigenschaft der Gesundheitsleistung an ihm erfordert per definitionem seine Mitwirkung als externer Faktor. Aufgabe der Patientenlogistik ist somit die Steuerung logistischer Aktivitäten am Patienten im Bezug auf die Erstellung der Primärleistung an ihm.
Durch die Differenzierung in Notfallpatienten und zeitlich disponible Patienten, kann für die letztere Gruppe die Aufnahme in das Krankenhaus oder zumindest die Erbringung einzelner Leistungen innerhalb eines Zeitraumes terminiert werden [Bret1999, 770]. Bereits im Rahmen der Nachsorgelogistik wurde die Aufgabe der Krankenhauslogistik zur zustandsgerechten Unterbringung des Patienten angesprochen [Bret1999, 771].
Managed-Care-Ansätze, die zunächst in den USA zur effizienten Patientenbehandlung entwickelt wurden und zurzeit in modifizierter Form auch in Europa erprobt werden [Knie1996, 102; ScWi1998, 571-572], haben zudem weitere Aufgabenfelder der Patientenlogistik induziert oder zumindest ins Bewusstsein gebracht. Neben den patientenbezogenen Aufgaben der Nachsorgelogistik sind hier insbesondere durch das Disease-Management induzierte logistische Prozesse zu nennen [MoRa1999, 348].

Im Rahmen des Disease-Managements wird versucht, das Erkrankungsniveau chronisch kranker Patienten möglichst gering zu halten [MoRa1999, 48]; statt der bereits angesprochenen zeitlichen Disposition der Behandlung des Patienten, kann hier eine langfristige Terminierung der notwendigen Leistungen (z.B. Dialyse) die notwendige Krankenhausaufenthaltsdauer per saldo verringern.

Informationslogistik

Gegenüber dem umfassenderen Konzept des Informationsmanagements, das allgemein der effizienten und effektiven Bereitstellung von Informationen dient [PiRe1991, 294], fokussiert die Informationslogistik auf die Steuerung von Informationsströmen und auf die Koordination betrieblicher Prozesse [SzKl1993, 188].

Die Sicherstellung der rechtzeitigen Versorgung aller in die Behandlung des Patienten unmittelbar oder mittelbar involvierten Stellen mit den benötigten Informationen kann dabei nicht losgelöst vom Koordinationsaspekt der Informationslogistik betrachtet werden. Durch den Informationsaustausch wird nicht nur das Objekt „Information“ von A nach B transportiert, es können auch Prozesse anderer logistischer Objekte aufeinander abgestimmt werden. So können durch die Information einer angesetzten Operation Prozesse der Personallogistik (z.B. Einsatzplanung OP-Schwestern) und der Materiallogistik (z.B. Bereitstellung des Operationsbestecks und benötigter Medikamente) beeinflusst oder gar erst ausgelöst werden.

Voraussetzung für diese Vernetzung der Prozesse ist neben der flussorientierten Gestaltung der Informationsinfrastruktur auch eine entsprechende Umgestaltung der Krankenhausorganisation [SzKl1993, 188; siehe auch 2.1.2].

2.1.6 Entwicklungstendenzen in der Krankenhauslogistik

Betrachtung vernetzter Logistikkreisläufe

Die Betrachtung von logistischen Flüssen wurde bereits als strategisches Ziel der Krankenhauslogistik herausgearbeitet (vgl. 2.1.2 und 2.1.3) . Die Orientierung auf Patienten- und Warenflüsse führt zu einer Abkehr von der autonomen Betrachtung horizontaler (funktionaler) oder vertikaler (nach Prozessobjekt ausdifferenzierter) Subsysteme.

In Anpassung der in Bild 4 dargestellten Logistikkreise veranschaulicht Bild 8 die erforderlichen logistischen Kreisläufe bei der Notoperation eines Patienten.

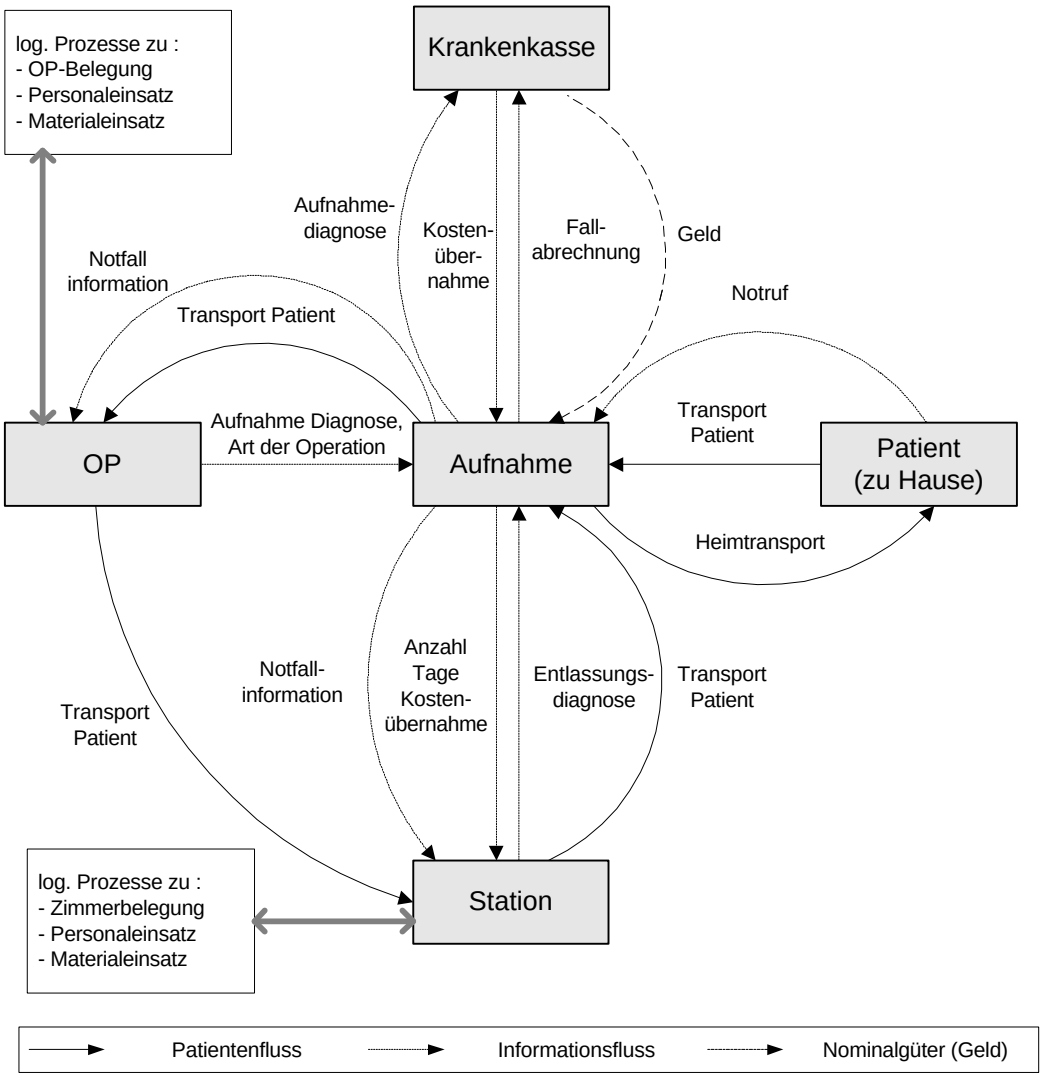


Bild 8 Die Vernetzung logistischer Kreisläufe im Krankenhaus am Beispiel einer Notoperation

Dabei wird von Sonderfällen (zweite Operation notwendig, Überschreitung der von der Krankenkasse zugesagten Verweildauer des Patienten im Krankenhaus etc.) abstrahiert.
Es wird deutlich, dass im Gegensatz zum einfachen Modell des Industriebetriebs mehrere logistische Kreisläufe des Krankenhauses miteinander interagieren müssen, um die Erstellung der Gesundheitsleistung zu ermöglichen. Der Übersichtlichkeit halber wird auf Interdependenzen zu anderen Logistikprozessen, die sich ihrerseits wieder zu Kreisläufen vereinigen, nur exemplarisch verwiesen.

Zur Perspektive der Krankenhauslogistik in Deutschland

Der Umsetzungsgrad einer flussorientierten Krankenhauslogistik in Deutschland ist im Vergleich zu den USA bislang als gering einzustufen (beispielsweise wird bislang nur ein Viertel aller Leistungen fallbasiert abgerechnet, obwohl 90% der Leistungen in Fallgruppen eingeordnet werden könnten) [Bret1999, 769-773].
Die zugrundeliegenden Informationssysteme unterstützen eine flussorientierte Herangehensweise in der Informationslogistik derzeit am ehesten. Neben der Abrechnung der bereits erwähnten Fallpauschalen wird auch die Generierung prozessorientierter Kennzahlen zum Patientenfluss (z.B. Versorgungsintensität oder Komplikationsgrad) und zum Materialfluss (z.B. Materialstruktur oder Leistungskapazität) unterstützt [Bret1999, 772].
Mit der Gesundheitsreform 2000 unternimmt der Gesetzgeber jedoch den Versuch, die Effizienz des Gesundheitswesens in Deutschland zu verbessern. Die stärkere Orientierung an Fallpauschalen bei der Abrechnung der Krankenhausleistungen und die Notwendigkeit standardisierter Leistungserstellungsprozesse durch das Qualitätssicherungsgebot [BMG1999], lassen einen erhöhten Druck auf die Krankenhäuser zumindest zur partiellen Einführung flussorientierter Strukturen erwarten.

2.1.7 Zur Komplexität der logistischen Prozesse im Krankenhaus

Die Defizite in der Umsetzung einer flussorientierten Krankenhauslogistik sind unter anderem auf die hohe Komplexität der zu beherrschenden Prozesse zurückzuführen sowie durch die dadurch entstehende Schwierigkeit ihrer ganzheitlichen Erfassung. Unter *Komplexität* soll dabei hier die Anzahl der am Prozess beteiligten Ressourcen personeller, materieller und informationeller Art und die Vielzahl und Vielgestaltigkeit ihrer Beziehungen untereinander oder zu anderen Prozessen verstanden werden [DUFW1999, 431; Rose1996, 16].

Determinanten der krankenhauslogistischen Komplexität

Die in 2.1.6 herausgearbeitete notwendige *Vernetzung* verschiedener Logistikkreisläufe und die somit stattfindende Interaktion wirkt komplexitätserhöhend. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die erforderlichen Logistikkreisläufe zur Behandlung eines Patienten mit denen anderer Patienten konfligieren können.

Bisher wurde zudem von der realen Organisationsstruktur des Krankenhauses abstrahiert. Die dort vorherrschende berufsständische Aufbauorganisation mit drei unabhängigen Organisationssäulen (Ärztlicher Dienst, Pflegedienst sowie Wirtschafts- und Verwaltungsdienst) hat die getrennte Wahrnehmung funktionsbezogener Managementaufgaben zur Folge [Schm1993, 13-20]. Die *lokale Autonomie* der an der Leistungserstellung Beteiligten, lässt eine Flussorientierung nicht ohne weiteres zu, sondern erfordert derzeit aufwendige, komplexitätserhöhende Koordinationsprozesse [WeKu1998, 21-22] zwischen den einzelnen Kompetenzbereichen.

Neben den determinierten klinischen Routineprozessen, die an jedem Patienten ausgeführt werden (beispielsweise Blutdruckmessen bei der Aufnahmeuntersuchung), existieren im Krankenhaus Prozesstypen mit stochastischen Elementen [Matt1973, 15-16]. Bei krankheitsspezifischen Routineprozessen können Entscheidungen über verschiedene Prozessvarianten (beispielsweise medikamentöse Behandlung oder Operation) erst während der Behandlung getroffen werden, die Häufigkeit derartiger Prozesse erlaubt jedoch zumindest eine verlässliche Vorhersage der Dauer einzelner Aktionen [Matt1973, 13-15]. Selbst die Dauer verschiedener Behandlungsschritte wird zu einer stochastischen Größe, wenn ein unvorhergesehener Krankheitsverlauf nicht mit Standardprozeduren behandelt werden kann [Matt1973, 15].

Die *Dynamik* der Krankenhauslogistik begründet sich in Anlehnung an *Richter* in der zeitlichen Disparität von Aktion und eintretender Wirkung, wobei sowohl die Verzögerung der Wirkung als auch deren Eintreten überhaupt ungewiss sein kann [Rich1996, 8]. Dynamischen Prozessen ist offensichtlich eine größere Variationsbreite bei Art und Umfang von Beziehungen inhärent, die eine höhere Komplexität zur Folge hat.

Simulation zur Beherrschung logistischer Komplexität

In der Industrielogistik wird zum besseren Verständnis von Logistiksystemen und zur Suche, Erprobung und Bewertung geeigneter Lösungsalternativen [Krug1998, 481-482] deren Verhalten in der Realwelt unter „Laborbedingungen“ untersucht. Derartige Simulationen werden beispielsweise zur

- Erfassung der Interdependenzen *vernetzter* Prozesse [z.B. Solo1998; Lin1998]
- Optimierung des Personaleinsatzes auch unter Berücksichtigung *lokaler Autonomie* und damit erforderlicher Koordinationsprozesse [z.B. BhSg1998; Ehrh1998],
- Beherrschung der *Dynamik* ablaufender Prozesse [z.B. Koby1998; Solo1998]

erfolgreich durchgeführt.

Die Deduktion der Krankenhauslogistik aus der Unternehmenslogistik legt folglich den Ansatz nahe, Simulation auch zur Komplexitätsbeherrschung logistischer Kreisläufe einzusetzen. Die Modellierung logistischer Kreisläufe im Krankenhaus sollte deshalb sinnvollerweise als Ausgangspunkt einer Simulation genutzt werden können. Im Kapitel 2.2. sollen deshalb die theoretischen Grundlagen der Simulation erarbeitet und zugehörige Begriffe abgegrenzt werden.

2.2 Systeme, Modelle und Simulation

2.2.1 Abgrenzung der Begriffe

Bei der Darstellung der Krankenhauslogistik wurde der Systembegriff unter der Voraussetzung einer intuitiven Vorstellung über dessen Inhalt verwendet. Dies genügte deshalb, weil auf dem Abstraktionsniveau der Darstellung eine formal-wissenschaftliche Systemdefinition für das Verständnis logistischer Grundlagen nicht

erforderlich ist. Im Rahmen der Modellierung ist es jedoch unerlässlich, sowohl den Modellbegriff als auch den zugrundeliegenden Systembegriff exakt zu definieren.

Unter einem *System* wird in Anlehnung an *Hagemann* eine Menge von Elementen mit unterschiedlichen Eigenschaften verstanden, die untereinander in vielfältigen Beziehungen (Relationen) stehen können. Die Systemumwelt umfasst dabei all jene Elemente, die nicht dem definierten System angehören. Systemelemente, die ihrerseits wiederum Systeme darstellen, werden als Subsysteme bezeichnet [Hage1998, 9-10]. Im Rahmen dieser Arbeit stehen dabei *sozio-technische Systeme* im Mittelpunkt, in denen Menschen, Maschinen und Technologien interagieren [Scmd1994, 10; Hein1991, 58].

Die *Komplexität* eines Systems bestimmt sich aus der Anzahl von Elementen und Relationen innerhalb eines Systems; der Begriff *Kompliziertheit* beschreibt hingegen die Anzahl verschiedener Beziehungstypen und wird gelegentlich auch im Sinne einer subjektiv empfundenen Kompliziertheit als Gegensatz zu Verständlichkeit verwendet [Rose1996,16; Scmd1994, 10-12]. Aus dem Blickwinkel der Erfassbarkeit von Systemen ist die Ursache der Behinderung zunächst unerheblich. Deshalb wird dem Komplexitätsverständnis von *Rosemann* gefolgt, der Kompliziertheit unter Komplexität subsumiert [Rose1996, 16].

Sind Realweltsysteme derartig komplex, dass ihr Verständnis durch bloße Beobachtung nicht mehr möglich ist, bedarf es der Bildung von *Modellen* als abstrahierenden Abbildern der Realwelt, die Rückschlüsse auf das Verhalten des realen Systems erlauben [Hage1998, 15-16; Rose1996, 17].

Die Beobachtung des Modellverhaltens zum Zwecke der Folgerung für das reale System wird als *Simulation* bezeichnet [Hage1998, 18]. Beschreibt das Modell das Realsystem vollständig anhand quantifizierbarer Größen und Wirkzusammenhänge wird das Systemverhalten durch eine *quantitative Simulation* erkundet. Von einer *qualitativen Simulation* wird dann gesprochen, wenn nicht alle Größen quantifiziert werden, etwa weil das System nicht vollständig bekannt ist, wichtige Einflussgrößen nicht exakt gemessen werden können oder es sich um schwer operationalisierbare Ziele einzelner Akteure handelt [Rich1997, 1].

2.2.2 Modellbildung, Modellierungsmethoden und Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM)

Modellbildung

Modellbildung erfolgt mit dem originären Ziel einer Komplexitätsreduktion zur Erreichung subjektiver Modellierungsziele. Die subjektive, durch die beabsichtigten Handlungen beeinflusste Interpretation des Realsystems (der Diskurswelt) bildet dabei das Objektsystem [Rose1996, 17-19]. Die Wahrnehmung des Waldes als Holzreservoir, Jagd- oder Naherholungsgebiet und der somit relevanten Systemelemente variiert so je nachdem, ob der Betrachter Förster, Jäger oder Wanderer ist.

Das Modellsystem stellt ein vereinfachendes Abbild des Objektsystems unter Berücksichtigung des Modellierungszwecks dar, wobei die zugrundeliegende Abbildungsrelation die Struktur- und Verhaltenstreue (semantische oder inhaltliche Richtigkeit) zum Objektsystem sicherstellt [Rose1996, 17-18]. Die Güte dieser zweck-bezogenen Umsetzung determiniert die *Modellqualität* [Rose1996, 17-20 und 85]. Die Möglichkeit einer formalen Beschreibung erlaubt es, in *Metamodellen* Notationsregeln für ganze Klassen von Modellsystemen zu definieren [GeGa1999, 73-74]. *Meta-Metamodelle* (bei *Scheer* auch Meta²-Modelle genannt [Sche1998a, 29-31]) stellen demzufolge Modelle von Metamodellen dar [Rose1996, 38].

Obwohl der Modellbegriff strenggenommen Objektsystem, Modellsystem und die zwischen ihnen bestehende Abbildungsrelation umfasst, wird üblicherweise vereinfachend nur das Modellsystem als Modell bezeichnet [Rose 1996, 18]. Dieser Vorgehensweise soll im Rahmen dieser Arbeit gefolgt werden, wenn eine inhaltliche Verwechslung ausgeschlossen ist.

Modellierung beschreibt den Vorgang der Modellbildung; die Bildung richtiger Modelle setzt neben der inhaltlichen auch eine formale (syntaktische) Korrektheit voraus. Formale Richtigkeit beinhaltet, dass die im Metamodell spezifizierten Sprachelemente, und nur diese, im Modell in der definierten Weise verknüpft werden; das Modellsystem muss folglich Konsistenz und Vollständigkeit gegenüber dem Metamodell aufweisen [Rose1996, 17-19].

Modellierungssichten und Modellierungsmethoden

Die in betriebswirtschaftlichen Modellen abzubildende Wirklichkeit ist derart komplex, dass eine Zerlegung in voneinander unabhängige *(Modellierungs-)Sichten* erforderlich ist [Sche1993, 87; Brom1993, 175].

Jede Sicht kann dabei durch spezielle *Modellierungsmethoden* beschrieben werden, die Konstrukte zur sichtenspezifischen Abbildung des Objektsystems bereithalten. Als Beispiel seien Entity-Relationship-Modelle (ERM) zur Beschreibung der Datensicht, Organigramme zur Beschreibung der Organisationssicht und Funktionsbäume in der Funktionssicht der von *Scheer* entwickelten *Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS)* zu nennen [Sche1993, 93-102].

Modellierungsmethoden umfassen dabei neben Sprachkonstrukten *(Modellierungssprachen)* Regeln zur wirksamen Verknüpfung der Konstrukte bei der Modellerstellung [SpMe1993, 12]. Von einer Modellierungsmethode kann folglich generalisiert auch dann gesprochen werden, wenn die Metamodelle verschiedener sichtenspezifischer Methoden integriert werden. Ein Metamodell auf diesem Abstraktionsniveau vereinigt mehrere Metamodelle, ohne wie Meta-Metamodelle eine Abstraktion von Modellierungsinhalten vorzunehmen [Sche1998a]. Zur Unterscheidung soll die sichtenintegrierende Abstraktionsebene im folgenden *Meta*-Ebene* genannt und von *Meta*-Modellen* gesprochen werden. Für sichtenübergreifende Modellierungsmethoden soll bei Bedarf auch der Begriff *Framework* verwendet werden.

Zur Integration der verschiedenen Sichten ist entweder eine überlappende Darstellung zu wählen oder eine neue integrierende Sicht hinzuzufügen [Brom1993, 175], wie dies etwa durch die Prozesssicht im ARIS-Konzept geschieht [Brom1993, 177-178].

Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM)

Die hohe Anzahl von Freiheitsgraden bei der Modellierung und die damit verbundene Subjektivität hat eine eingeschränkte Vergleichbarkeit der Modelle und eine oft mangelhafte Adressatenorientierung zur Folge [Rose 1996, 4 und 85].

Rosemann hat deshalb unter Zugrundelegung der Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung (GoB) im Handelsrecht Gestaltungsempfehlungen für Modelle abgeleitet, die über bloße Notationsregeln hinausgehen und eine hohe Modellqualität sicherstellen sollen. Diese werden in Analogie zu den GoB *Grundsätze ordnungsmäßiger*

Modellierung (GoM) genannt [Rose1996, 85]. Die allgemeinen Grundsätze als Generalnormen erfahren ihre Konkretisierung dabei zunächst auf sichten- und dann in einer zweiten Stufe auf methodenspezifischer Ebene [Rose1996, 86].

Die *notwendigen* Kriterien lassen sich dabei bereits aus den Zielen einer Modelldefinition oder zumindest aus allgemeinen unternehmerischen Grundsätzen ableiten [Rose1996, 91]:

- Der *Grundsatz der Richtigkeit* verlangt von Modellen Struktur- und Verhaltenstreue zum Objektsystem (semantische Richtigkeit) und Vollständigkeit und Konsistenz (syntaktische Richtigkeit) gegenüber dem Metamodell [Rose1996, 94-95].
- Dem *Grundsatz der Relevanz* genügen darüber hinaus all jene Modelle, die nur alle diejenigen Bestandteile der Realwelt abbilden, deren Berücksichtigung im Modell in Bezug auf die Modellierungsziele einen Nutzeffekt hat [Rose1996, 95-97]. (Für die Modellierung des Waldes als Holzreservoir wäre die industriell verwertbare Holzmenge ein relevanter Modellbestandteil; für das Modell des Naherholungsgebiets Wald hingegen nicht.)
- Der *Grundsatz der Wirtschaftlichkeit* verlangt bei der Modellierung eine Beschränkung auf diejenigen richtigen und relevanten Modelle mit der effizientesten Aufwand-Nutzen-Relation. Dies kann durch die Verwendung von Referenzmodellen, die Wiederverwendung von Modellbausteinen und die Nutzung DV-gestützter Modellierungstools sichergestellt werden [Rose 1996, 97-99].

Diese Gestaltungsnormen werden um *ergänzende Grundsätze* erweitert [Rose1996, 88-92]:

- Hinter dem *Grundsatz der Klarheit* steht die Forderung nach einfachen, vom Adressaten verstehbaren und einsetzbaren Modellen. Dies umfasst neben der verständlichen Erklärung der verwendeten Konstrukte ästhetische Gestaltungsmerkmale wie Strukturiertheit, Verständlichkeit und Übersichtlichkeit [Rose1996, 99-102].
- Der *Grundsatz der Vergleichbarkeit* beschreibt die bereits als Ausgang für die GoM-Entwicklung genannte Reduktion von Freiheitsgraden nochmals explizit. Vergleichbarkeit ist dabei immer über ein Modell hinaus zu betrachten und

erfordert gegebenenfalls die Überführbarkeit unterschiedlicher zugrundeliegender Metamodelle [Rose1996, 102-103].

- Der *Grundsatz des systematischen Aufbaus* fordert schließlich die Integrierbarkeit der Modelle verschiedener Modellierungssichten durch ein sichtenübergreifendes Metamodell [Rose1996, 103-104].

Die Unbestimmtheit der allgemeinen Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung erfordert zwar die Konkretisierung auf sichten- und methodenspezifischer Ebene, erlaubt aber deshalb auch ihre methodenunabhängige Anwendung sowohl zur Generierung konkreter Normen für Modellierungsmethoden als auch für den Vergleich von Modellierungsmethoden hinsichtlich ihrer Eignung zur Erstellung qualitativ hochwertiger Modelle im Sinne der GoM [Rose1996, 93].

2.2.3 Simulationsmodelle

Nach Art der Darstellung des zugrundeliegenden Strukturkonzepts werden physikalische, mathematische, graphische Modelle sowie Simulationsmodelle unterschieden [HeRo1998, 360]. *Simulationsmodelle* repräsentieren dabei dynamische Systeme mit stochastischen Änderungen und können sowohl Aussagen über die Leistungsfähigkeit eines einzelnen Systems (deskriptive Aussagen) wie auch zur Vergleichbarkeit alternativer Systeme (präskriptive Aussagen) liefern [HeBr1999, 393-394].

Während *statische Simulationsmodelle* für sogenannte „Monte-Carlo-Simulationen“ zur Analyse von Verteilungen bei stochastischen Inputgrößen benutzt werden, kann in *dynamischen Simulationsmodellen* das Zeitverhalten von Realweltsystemen durch Einführung stetiger oder diskreter Zeitvariablen betrachtet werden [HeBr1999, 395-396].

Experimente mit Simulationsmodellen erlauben es, Störfaktoren zu kontrollieren, sind reproduzierbar, haben unter Umständen eine erheblich kürzere Dauer (etwa bei Untersuchungen zur Plattentektonik) und können Realweltexperimenten innewohnende Risiken ausschalten (z.B. Gesundheitsrisiken bei Kernspaltungsexperimenten). Allerdings ist die Güte des formalen Modells Voraussetzung für die Qualität der gelieferten Ergebnisse [HeBr1999, 394].

Zur Simulation vernetzter logistischer Kreisläufe im Krankenhaus ist es deshalb erforderlich, die wesentlichen Eigenschaften des Realweltsystems möglichst genau im Simulationsmodell abzubilden. Eine quantitative Simulation anhand eines festen Wert- und Mengengerüsts ist nicht in der Lage, insbesondere die notwendige Koordination zwischen Prozessbeteiligten mit unterschiedlichen, nicht quantisierbaren Zielen abzubilden. Die qualitative Simulation eines Systems wie jenem der Krankenhauslogistik, welches neben Dynamik und Vernetzung auch durch lokale Autonomie gekennzeichnet ist, wird verschiedentlich durch Multiagentensysteme durchgeführt [z.B. Lin1998]. Hierbei repräsentieren intelligente Softwareagenten als autonome Programmbausteine mit unterschiedlichen Fähigkeiten und eigenen Zielsystemen die handelnden Akteure. Zur gemeinsamen Aufgabenerfüllung muss dabei analog zur Realwelt Koordination durch Verhandlung zwischen einzelnen Agenten stattfinden [HiSc1995, 275-279].

2.3 Intelligente Softwareagenten

2.3.1 Der Agentenbegriff

Eine Definition des Agentenbegriffs, genauer von Intelligenten Softwareagenten, wird in der Literatur als schwierig angesehen, weil es sich um einen Oberbegriff für verschiedene Erscheinungsformen von Computersystemen handelt [Nwan1996; WoJe1995].

Nwana nennt als grobe Definition diejenigen Software- und/oder Hardwarekomponenten Agenten, die fähig sind, durch eigenständiges Handeln von ihrem Nutzer gestellte Aufgaben zu erledigen [Nwan1996]. *Herzog, Kirn et al.* weisen ergänzend auf die Ausrichtung des Agentenverhaltens an dynamisch veränderlichen Zielen hin [HeKi1999].

Das Phänomen Softwareagent kann darüber hinaus durch Eigenschaften beschrieben werden, die derartigen Computersystemen inhärent sind: Autonomie, soziales Verhalten, Reaktivität und zielgerichtete Aktivität [WoJe1995].

Autonomie beinhaltet, dass die Agenten eine gewisse Kontrolle über ihr Handeln und ihren internen Zustand haben. *Soziales Verhalten* beschreibt die Fähigkeit zur Interaktion mit anderen Agenten. *Reaktivität* subsumiert die Wahrnehmung der relevanten Umwelt durch den Agenten und sein dadurch beeinflusstes Handeln.

Zielgerichtete Aktivität bedeutet, dass Softwareagenten über die Reaktion auf Umwelteinflüsse hinaus selbst Initiative zur Erreichung ihrer definierten Ziele ergreifen [WoJe1995].

Die Breite des Agentenbegriffes lässt Raum für verschiedene Klassifikationen von Softwareagenten, wobei nicht jeder Typ unbedingt alle Eigenschaften und Fähigkeiten der vorgestellten Definition besitzen muss.

Zunächst wird zwischen *statischen* und *mobilen* Agenten danach unterschieden, ob der Agent fähig ist, sich in Rechnernetzwerken zu bewegen [Nwan1996].

Aufgrund des Kriteriums Agentenarchitektur sprechen *Wooldridge* und *Jennings* von reaktiven, deliberativen und hybriden Agenten. *Reaktive Agenten* handeln aufgrund von Stimuli ihrer Umwelt und ihres aktuellen internen Zustandes [Nwan1996]. *Deliberative Agenten* besitzen ein internes symbolisches Modell ihrer Umgebung, dass sie befähigt, Entscheidungen durch logisches Schließen zu fällen [WoJe1995]. *Hybride Agenten* vereinigen in sich Merkmale reaktiver und deliberativer Agenten [WoJe1995].

Eine dritte Grobklassifikation nimmt *Nwana* anhand dreier minimaler Merkmale vor, die einen Agenten auszeichnen sollen: Autonomie, Lernfähigkeit und Kooperation. Agenten besitzen dabei mindestens zwei dieser Eigenschaften [Nwan1996]. Für die Simulation krankenhauslogistischer Kreisläufe sind aber offensichtlich nach dem Modellierungsgrundsatz der Relevanz nur jene *„smart agents“* genannten Agenten interessant, die alle drei Eigenschaften besitzen und somit die im Krankenhaus handelnden Akteure am besten darzustellen vermögen.

2.3.2 Multiagentensysteme (MAS)

Die Interaktion mehrerer Agenten zur gemeinsamen Problemlösung lässt *Multiagentensysteme (MAS)* genannte Gesellschaften entstehen, in denen einzelne Agenten Teilprobleme der Gesamtaufgabe autonom lösen und durch Komposition der Teillösungen eine Gesamtlösung erreicht wird [HiSc1996, 275].

Der Einsatz von Multiagentensystemen zur Problemlösung erscheint immer dann vorteilhaft [Gree1997], wenn

- die Bearbeitung einem zentralen Agenten nicht übertragen werden kann oder soll,
- mehrere bestehende Systeme in die Lösung eingebunden werden sollen (Expertensysteme, Beratungssysteme etc.),

- das zugrundeliegende Problem oder die benötigte Lösungskompetenz von Natur aus verteilt auftreten,
- verschiedene Informationsquellen integriert werden müssen,
- das System fehlertolerant und erweiterbar sein soll und
- unsicheres Wissen und unsichere Daten verarbeitet werden sollen.

Damit erscheint die Verwendung von Multiagentensimulationen in der Domäne Krankenhauslogistik sinnvoll. Logistische Prozesse allgemein weisen wegen ihrer funktionsübergreifenden Ausrichtung eine hohe interprozessuale Vernetzung auf [Kirn2000, 181], die durch den im Rahmen dieser Arbeit verwendeten, die Ganzheitlichkeit betonenden Begriff logistischer Kreisläufe besonders hervorgehoben werden soll. *Lin et al.* konnten bereits am Beispiel der Auftragsabwicklung eines Industriebetriebes zeigen, dass die Modellierung von Logistikkreisläufen durch Multiagentensysteme eine geeignete und wirtschaftliche Methode zur Verbesserung der zugrundeliegenden Prozesse ist [Lin1998, 113]. Durch die Einführung der Multiagententechnologie in der Krankenhauslogistik erwarten die Initiatoren des DFG-Schwerpunktprogrammes „Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien“ zudem Erfahrungen mit Referenzcharakter für andere Anwendungsbereiche mit vergleichsweise hoher Dynamik [HeKi1999; Kirn2000, 181].

Multiagentensysteme werden dahingehend unterschieden, wie Agenten in die Erstellung einer nutzenstiftenden Systemleistung eingebunden werden. In *kooperativen Multiagentensystemen* zwingt das Design Agenten zur systemnutzensteigernden Zusammenarbeit. In den später entstandenen wirklichkeitsnäheren *eigennützigen Multiagentensystemen* trachten Agenten zunächst nach maximaler persönlicher Zielerreichung; Zusammenarbeit zwischen Agenten kommt folglich nur zustande, wenn beide Agenten davon profitieren können [Gree1997; Kirn2000, 180-181]. Die dadurch induzierten Problemstellungen der Agententechnologie tangieren damit zentrale Theorien der Wirtschaftswissenschaften [HeKi1999].

Multiagentensysteme als Simulationsmodelle für vernetzte Kreisläufe in der Krankenhauslogistik erscheinen somit nicht nur deshalb als besonders geeignet, weil sie Vernetzung, Dynamik und Autonomie abbilden können. Die Verbesserung der Modellqualität durch die Adaption wirtschaftswissenschaftlicher Erkenntnisse bei der Entwicklung intelligenter Softwareagenten lässt ein besseres Verständnis der betrachteten Prozesse erwarten.

Für das im Rahmen dieser Arbeit zu entwickelnde Framework zur Abbildung krankenhauslogistischer Kreisläufe ist deshalb zu fordern, dass darauf basierende Modelle als Ausgangspunkt für eine agentenbasierte Simulation von Prozessen der Krankenhauslogistik dienen können.

3 Anforderungen an die Modellierung krankenhauslogistischer Prozesse

Im vorangegangenen Grundlagenkapitel wurde die Domäne Krankenhauslogistik beschrieben und herausgearbeitet, warum von einer agentenbasierten Simulation ihrer Prozesse ein signifikanter Beitrag zu deren Verständnis und Beherrschbarkeit erwartet werden kann. Die vorgelegte Arbeit zielt dabei primär auf die Entwicklung eines Modells ab, das als Ausgangspunkt einer derartigen Mulitagentensimulation dienen kann.

Die Modellqualität wird davon beeinflusst, ob das gewählte Framework von Modellierungsmethoden geeignete Konstrukte bietet, um die besonderen Merkmale der Krankenhauslogistik abzubilden, sowie von der Eignung dieser Konstrukte hinsichtlich einer adressatengerechten Darstellung.

Die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung bieten einen Rahmen zur Bewertung der Qualität von Modellen. Ihre Anwendung auf der Metaebene lässt deshalb Rückschlüsse auf die Eignung von Modellierungsmethoden zur Darstellung krankenhauslogistischer Prozesse zu.

Der Grundsatz der Richtigkeit spielt in seiner syntaktischen Dimension auf dieser Betrachtungsebene noch keine Rolle (da die Sprachkonstrukte der Methode die Syntax determinieren); die in seiner semantischen Ausprägung postulierte Forderung nach Struktur- und Verhaltenstreue zwischen Modell- und Objektsystem ist jedoch - wie bereits herausgestellt - die zentrale Determinante zur Bewertung der Modellqualität und folglich zentraler Punkt einer Bewertung von Modellierungsmethoden. In Verknüpfung mit dem Grundsatz der Relevanz muss eine Modellierungsmethode oder ein Framework von Modellierungsmethoden primär zunächst in der Lage sein, alle domänenspezifischen Eigenschaften abzubilden, die für das Verständnis des Objektsystems erforderlich sind. Diese Anforderungen sollen in 3.1 untersucht werden bevor in 3.2 die verbleibenden Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung in Bezug auf das betrachtete

Modellierungsproblem konkretisiert werden. Aufbauend auf die hier gewonnenen Ergebnisse und die in 3.3. angestellten Überlegungen zur Eignung der Geburtshilfestation zur exemplarischen Überprüfung der Anforderungsabdeckung von Modellierungsmethoden liefert Abschnitt 3.4 ein entsprechendes Testszenario.

3.1 Anforderungen des krankenhauslogistischen Kontextes

Krankenhauslogistik ist in Kapitel 2.1.3 in das Spannungsfeld zwischen der derzeit notwendigen Koordinationslogistik und der perspektivisch angestrebten flussorientierten Logistiksichtweise eingeordnet worden. Daraus ergeben sich zwei zentrale Forderungen an krankenhauslogistische Modelle: sie müssen sowohl in der Lage sein Koordination abzubilden, als auch die Darstellung von Kreisläufen fließender Ressourcenströme ermöglichen. Beide logistischen Basisperspektiven stellen Prozesse in den Mittelpunkt ihrer Betrachtung; es erscheint somit sinnvoll, Prozessen bei der Modellbildung eine besondere Bedeutung beizumessen.

Zur Beherrschung der Komplexität des krankenhauslogistischen Kontextes, die sich in den drei in 2.1.7 identifizierten Merkmalen Vernetzung, lokale Autonomie und Dynamik manifestiert, können mit Blick auf eine angestrebte agentenorientierte Modellierung folgende Anforderungen abgeleitet werden:

- Die Vernetzung verschiedener Logistikkreisläufe erfordert es, Interdependenzen zwischen den Prozessen und dadurch hervorgerufene Konflikte wegen knapper Ressourcen oder konträrer Ziele abzubilden. Vernetzung bedeutet hier aber auch, dass Prozesse aus mehreren Blickwinkeln beschrieben werden können, etwa aus Sicht des Patienten (Behandlungsprozess) oder aus Sicht des medizinischen Personals (Tagesablauf). Die Integration aller relevanten Prozesssichten im Modell muss deshalb gewährleistet sein.
- Lokale Autonomie gewährt den Akteuren Entscheidungskompetenz darüber, wann und wie sie ihre Arbeit ausführen. Diese Entscheidungskompetenz wird eingeschränkt durch die Einbindung in ein Beziehungsnetzwerk mit anderen Akteuren in der eigenen Hierarchie (Ärztlicher Dienst, Pflegedienst oder Wirtschafts- und Verwaltungsdienst), in anderen Hierarchien des Krankenhauses (etwa bei der Beziehung Arzt-Schwester) und zu den Patienten. Die Abbildung dieses Beziehungsnetzwerkes mit seinen Abhängigkeiten (z.B. Patient benötigt Behandlung durch den Arzt, Arzt ist für den Behandlungserfolg auf die

Mitarbeit des Patienten angewiesen) ist damit ebenso erforderlich wie die Modellierung der Ziele der einzelnen Akteure. Die Betrachtung von Abhängigkeiten zwischen den Akteuren tangiert auch den Betrachtungsgegenstand der Vernetzung; für die Einordnung spielt die Überlegung eine Rolle, dass ein Beziehungsnetzwerk konstitutives Element einer Gesellschaft autonomer Akteure ist.

- Die Dynamik der Krankenhauslogistik ist im wesentlichen durch die Unsicherheit determiniert, welche Anforderungen zu welcher Zeit zu erfüllen sind. Folglich ist es bei der Modellierung sowohl erforderlich, die Eintrittswahrscheinlichkeit von Ereignissen und dadurch ausgelöster Prozesse und Subprozesse darzustellen, als auch den Behandlungsfortschritt abzubilden und eine Priorisierung zeitkritischer Abläufe vorzunehmen.

Betrachtungsgegenstand	Resultierende Abbildungsanforderungen
Krankenhauslogistik allgemein	Koordination (Koordinationslogistik) logistische Kreisläufe (Flussorientierung)
Vernetzung	Prozessinterdependenzen relevante Prozesssichten Ressourcenkonflikte Zielkonflikte
lokale Autonomie	Abhängigkeiten zwischen Akteuren Zielbündel der Akteure
Dynamik	Behandlungsfortschritt Wahrscheinlichkeiten Priorisierung zeitkritischer Prozesse

Tabelle 2 Anforderungen des krankenhauslogistischen Kontextes

3.2 Ergänzende Anforderungen aus der Konkretisierung der GoM

Die herausgearbeitete Bedeutung der GoM lässt es sinnvoll erscheinen, aus ihnen die domänenspezifischen Anforderungen ergänzende Forderungen abzuleiten.

Ziel der Modellierung muss es sein, eine Abstraktionsebene zu finden, die einerseits hinreichend formal ist, um aus Sicht der Wirtschaftsinformatik einen Beitrag in Richtung Multiagentensimulation leisten zu können, und andererseits soweit selbsterklärend ist, dass die Modelle durch das Krankenhauspersonal verifiziert werden können. Aus der im Grundsatz der Klarheit geforderten Adressatenorientierung sind deshalb graphische Modelle abzuleiten. Darüber hinaus ist eine strukturierte Anordnung der graphischen Beschreibungselemente zur besseren Erfassbarkeit zu fordern. (Diese

Forderungen schließen jedoch bei Detailinformationen einen Verzicht auf die graphische Darstellung und etwa eine Notation in Pseudocode oder Tabellen nicht aus.)

Die aus dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit abzuleitenden Forderungen nach der Einbettung bestehender Modellierungsmethoden und nach Übertragbarkeit der Modellierungsmethodik auf domänenverwandte Probleme tangieren darüber hinaus insoweit den Grundsatz der Klarheit, als dass den Adressaten das Verständnis des Modells erleichtert wird (leichtere Erfassbarkeit aufgrund des Wiedererkennungseffektes bei bekannten Strukturen und Adaption neuer Strukturen für die Problemlösung).

Die Übernahme von Gestaltungsrichtlinien bekannter Modellierungsmethoden erhöht darüber hinaus die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit Modellen, die unter Zuhilfenahme ähnlicher Methoden entworfen wurden.

Die im Grundsatz des systematischen Aufbaus geforderte Integration verschiedener Sichten durch ein sichtenübergreifendes Metamodell (vgl. 2.2.2) soll darüber hinaus um die Forderung einer Zerlegung des Modellierungsproblems in verschiedene Sichten zur besseren Komplexitätsbeherrschung ergänzt werden [z.B. Sche1998a, 33].

Die vorstehend identifizierten Anforderungen sind bezüglich ihrer Abstraktionsebene dahingehend zu unterscheiden, ob sie sich auf eine Modellierungsmethode (Meta-Ebene) oder auf ein Framework von Modellierungsmethoden (Meta*-Ebene) beziehen. Eine derartige Unterscheidung wird in Tabelle 3 und Tabelle 4 vorgenommen. So erscheint es sinnvoll, die Einbettung bestehender Modellierungsmethoden und die Umsetzung der zum systematischen Aufbau erhobenen Forderungen auf Meta*-Ebene (vgl. 2.2.2) zu betrachten, und umgekehrt, die aus den Grundsätzen der Klarheit und Vergleichbarkeit abgeleiteten Anforderungen nur auf der Methodenebene zu untersuchen.

GoM-Grundsatz	Umsetzung bei Wahl der Modellierungsmethode
Klarheit	graphische Modellierungsmethode strukturierte Anordnung
Wirtschaftlichkeit	Übertragbarkeit der Modellierungsmethode
Vergleichbarkeit	Übernahme von Gestaltungsrichtlinien

Tabelle 3 Anforderungen an zu wählende Modellierungsmethoden aus der Konkretisierung ausgewählter GoM

GoM-Grundsatz	Umsetzung auf Meta*-Ebene des Frameworks
Wirtschaftlichkeit	Einbettung bestehender Modellierungsmethoden Übertragbarkeit der Modellierungsmethode
systematischer Aufbau	Zerlegung in integrierbare Sichten sichtenübergreifendes Metamodell

Tabelle 4 Anforderungen an ein Framework von Modellierungsmethoden aus der Konkretisierung ausgewählter GoM

3.3 Die Eignung der Geburtshilfestation zur Überprüfung der Anforderungsumsetzung durch ein Testszenario

Durch die Generierung eines Testszenarios soll der Bezug der methodischen Überlegungen zur agentenorientierten Modellierung der krankenhauslogistischen Domäne sichergestellt werden. So können relevante Problemfelder realitätsnah angerissen werden und exemplarisch Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Dieses Vorgehen vollzieht damit im Kleinen die im DFG-Schwerpunktprogramm gewählte Vorgehensweise nach, die Erforschung intelligenter Softwareagenten mit konkreten betriebswirtschaftlichen Anwendungsszenarien zu verbinden [HeKi1999].

Die Auswahl der Geburtshilfestation begründet sich mit der im Vergleich zu anderen Stationen geringen Anzahl verschiedener Fälle. Im Südharzkrankenhaus Nordhausen beschrieben so 1999 die Entlassungsdiagnosen „normale Geburt“ und „Kaiserschnitt“ beispielsweise 70% der behandelten Fälle (vgl. auch 3.4 und Tabelle 5). Dadurch bietet die Geburtshilfestation einen guten Einstieg für die Anforderungsüberprüfung.

Nach der Entbindung sind im Regelfall keine ärztlichen Eingriffe (Operationen) mehr nötig; die Rolle des Arztes reduziert sich dann auf die Durchführung der Visite und medizinische Anordnungen an das Pflegepersonal. Dies erlaubt vereinfachend eine Fokussierung auf zwei Behandlungsperspektiven: die der Patientinnen (Fallablauf) und die der Pflegekräfte (Tagesablauf).

Multimorbidität, also das gleichzeitige Auftreten mehrerer Krankheiten, spielt in der Geburtshilfe eine untergeordnete Rolle, da die Patientinnen primär nicht krank sind, sondern von einem Kind entbunden werden.

Ein interessanter Aspekt ist die Tatsache, dass mit der Entbindung der Säuglinge neue Prozessobjekte „Patient“ in das krankenhauslogistische System eintreten und Forderungen stellen. Davon soll jedoch im weiteren abstrahiert werden, weil es sich um einen Sonderfall handelt.

Als wichtig wird auch erachtet, dass Art und Anzahl auftretender Fälle auf der Geburtshilfestation ungewiss sind und nicht terminiert werden können. Bezüglich der Dynamik stellt die Geburtshilfestation somit nicht den hier von der Thematik her auszuschließenden Sonderfall eines medizinisches Teilgebiets dar, in dem Eingriffe exakt geplant werden können (z.B. Augenheilkunde).

3.4 Ein Testszenario

Auf einer fiktiven Geburtshilfestation sollen Wöchnerinnen und kranke Schwangere betreut werden. Die zugrundeliegenden Daten werden dabei, soweit möglich, aus dem Datenmaterial des Südharzkrankenhauses Nordhausen generiert. Wo dies nicht möglich ist, werden Annahmen dergestalt getroffen, dass im Szenario Vernetzung, Dynamik lokale Autonomie abgebildet werden müssen. Dabei wird auf die zu erbringenden Pflegeleistungen fokussiert; ärztliche Leistungen werden nur insoweit berücksichtigt, wie sie für das Erbringen der Pflegeleistungen erforderlich sind (ärztliche Anordnungen). Diese Vereinfachung erscheint möglich, weil zumindest nach der Entbindung die Krankenhausleistung überwiegend durch Pflegekräfte erbracht wird.

a) Zu modellierende Krankheitsbilder

Aus Gründen der Vereinfachung wird von 4 Klassen von Diagnosen ausgegangen:

- normale Entbindung,
- Kaiserschnitt,
- sonstige Diagnosegruppen mit normalem Pflegeaufwand,
- sonstige Diagnosegruppen mit erhöhtem Pflegeaufwand.

	Entlassungsdiagnosen				
Aufnahmediagnosen	normale Entbindung	Kaiser-schnitt	sonst normal	sonst erhöht	**% Aufnahme-diagnosen**
normale Entbindung	85%	3%	12%	0%	**49%**
Kaiserschnitt	-	100%	-	-	**0%**
sonst normal	45%	13%	40%	2%	**45%**
sonst erhöht	4%	-	27%	69%	**6%**
% Entlassungs-diagnosen	**62%**	**8%**	**26%**	**5%**	**100%**

Tabelle 5 Wahrscheinlichkeiten von Aufnahme- und Entlassungsdiagnosen und zugehörige Übergangswahrscheinlichkeiten im Testszenario

Während des Krankenhausaufenthalts ist dabei eine Revidierung der Aufnahmediagnose (im folgenden als AD bezeichnet) möglich, so dass eine abweichende Entlassungsdiagnose (ED) gestellt werden kann. Mit der Stellung der neuen Diagnose kann auch eine Veränderung des Pflegeaufwandes verbunden sein kann. Es wird vereinfachend davon ausgegangen, dass der Diagnosenwechsel nur einmal (von AD auf ED) erfolgt. Die Wahrscheinlichkeiten in Tabelle 5 sind dabei aus einer Auswertung des Datenmaterials des Südharzkrankenhauses Nordhausen für das Jahr 1999 gewonnen worden.

Bei der Betrachtung von Pflegeleistungen wird auf die normale Entbindung (normaler Pflegeaufwand) und die Kaiserschnittentbindung (erhöhter Pflegeaufwand) fokussiert. Eine Beschreibung der notwendigen Pflegeleistungen befindet sich im Anhang A. Die beiden anderen Gruppen dienen als Platzhalter für andere Fälle und werden nicht näher spezifiziert.

b) Beteiligte Akteure

Neben den Patientinnen, die bei ihrer Pflege als externe Faktoren selbst einbezogen sind, stehen die Pflegekräfte im Mittelpunkt der Betrachtungen. Es gibt mehrere Krankenschwestern[2], die in Schichten die Betreuung der Patientinnen gewährleisten. Die Einsatzplanung der Schwestern erfolgt durch die Stationsschwester. Auf eine weitere Differenzierung in Hebammen oder Kinderschwestern, sowie auf die gesonderte Betrachtung der Neugeborenen wird im Testszenario verzichtet.

Ärzte werden nur insoweit zu modelliert, als ihre Anordnung für die Ausführung von Leistungen der Schwestern an den Patienten erforderlich ist (z.B. während der Visite); die Einsatzplanung der Ärzte erfolgt durch den Chefarzt. Die wirtschaftlichen Interessen des Krankenhausträgers werden durch einen abstrakten Akteur Krankenhausleitung vertreten, der Einflussmöglichkeiten auf Chefarzt und Stationsschwester (etwa durch die Beschneidung der Personalressourcen) besitzt.

[2] Der Begriff Krankenschwester schließt selbst verständlich nicht aus, dass alle entsprechenden Arbeiten auch von männlichen Pflegekräften ausgeführt werden können.

c) Auszuführende Aktivitäten

Die auszuführenden Aktivitäten ergeben sich aus den im Anhang wiedergegebenen Unterlagen des Südharzkrankenhauses Nordhausen. Dabei ist zu beachten, dass Aktivitäten unterschiedliche Prioritäten haben können (beispielsweise die Überwachung vitaler Funktionen gegenüber der Zimmerlüftung) und Aktivitäten zumeist innerhalb eines bestimmten Zeitfensters erledigt werden müssen (etwa die Visite am Morgen). Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, gleiche Aktivitäten bei verschiedenen Patientinnen zeitlich zu koordinieren (etwa die Essensausgabe).

d) Ziele der beteiligten Akteure

Alle beteiligten Akteure besitzen Ziele, die ihre Aufgabenerfüllung beeinflussen. Allen Akteuren gemein ist das Ziel der bestmöglichen Genesung der Patientin. Darüber hinaus haben die Akteure Einzelziele, die untereinander und mit dem gemeinsamen Ziel konfligieren können:

- Die Patientin möchte einen möglichst kurzen Krankenhausaufenthalt und dabei höchstmögliche Bequemlichkeit und ausgedehnte Besuchszeiten.
- Schwestern beabsichtigen eine effiziente, aber mit ihrem Gewissen zu vereinbarende Erfüllung von Pflegearbeiten.
- Ärzte zielen mit ihrem Handeln auf eine nach medizinischen Gesichtpunkten qualitativ hochwertige Behandlung ab.
- Die Krankenhausleitung ist am wirtschaftlichen Ressourceneinsatz interessiert.

Die hier dargestellten Ziele sind als Minimalziele aufzufassen, die unbedingt mit den Modellierungsmethoden abgebildet werden sollen.

4 Beiträge bestehender Modellierungsmethoden zur Lösung des Modellierungsproblems

Für die agentenorientierte Modellierung der Krankenhauslogistik erscheinen folgende Komplexe von besonderer Bedeutung: die Beschreibung von Agentengesellschaften durch die Beziehungen der Agenten untereinander, die Ziele einzelner Agenten und ihre interne Zerlegung in Teilziele und Aktivitäten sowie die Darstellung von Prozessen.
Es wird unter Bezug auf 2.2.2 davon ausgegangen, dass eine Komplexitätsreduktion der Modelle durch Zerlegung in Sichten vorteilhaft ist. ARIS als „Architektur integrierter Informationssysteme“ liefert ein Rahmenkonzept zur Modellierung von Informationssystemen von der Beschreibung der betriebswirtschaftlichen Problemstellung bis hin zur Implementierung [Sche1998a, 1]. In 4.1 ist von Interesse, welchen Beitrag ARIS auf Meta*-Ebene für die agentenorientierte krankenhauslogistische Modellierung zu leisten vermag.
Die zielorientierte Modellierung von Agentengesellschaften wird unter anderem durch das graphische Modellierungsmethoden beinhaltende i*-Framework unterstützt. Unter Berücksichtigung der in 3.2 aus den GoM abgeleiteten Anforderungen ist i* zielorientierten Methoden mit codeähnlicher Notation vorzuziehen. Die Untersuchung des Lösungsbeitrages seiner Methoden erfolgt in 4.2.
Für die Abbildung von Prozessen wird anschließend in 4.3 untersucht, inwieweit die in ARIS standardmäßig zur Modellierung der Prozesssicht verwendeten Methode der Ereignisgesteuerten Prozessketten und darauf basierende Erweiterungen zur Lösung des Modellierungsproblems beitragen können.

4.1 Das ARIS-Konzept

In der Betriebswirtschaftslehre werden Problembeschreibungen entweder mittels natürlicher Sprache oder durch mathematische Notation vorgenommen. Während die natürliche Sprache durch fehlende Eindeutigkeit zur exakten Problembeschreibung oftmals ungeeignet ist, können andererseits nicht alle Probleme mathematisch formal beschrieben werden [Sche1998a, 1-2]. ARIS liefert deshalb halbformale Beschreibungsmethoden, die bei Anlehnung an das betriebswirtschaftliche Problemverständnis eine hinreichend exakte Ausgangsbasis für eine formale Implementierung in einem Informationssystem liefern [Sche1998a, 2].

Dieser Ansatz verspricht einen signifikanten Beitrag zur Modellierung krankenhauslogistischer Kreisläufe insgesamt. Es ist nun zu untersuchen, inwieweit ARIS auch Agentenorientierung unterstützt.

Neben den Beschreibungsebenen (4.1.1) steht deshalb insbesondere das allgemeine ARIS-Geschäftsprozessmodell und die hieran vorgenommene Definition von Modellierungssichten im Vordergrund (4.1.2). Die Methodenneutralität des ARIS-Konzeptes [Sche1998a, 4] erlaubt es dabei, die Meta*-Ebene in 4.1.3 ohne Einbeziehung üblicherweise verwendeter sichtenspezifischer Modellierungsmethoden zu bewerten.

4.1.1 ARIS-Beschreibungsebenen

Die Beschreibungsebenen in ARIS definieren sich durch ihre Anordnung im Spannungsfeld von betriebswirtschaftlicher Problemstellung und Informationstechnik (vgl. Bild 9). Die Beschreibungsebenen determinieren dabei jedoch nicht zwangsläufig ein Vorgehensmodell zur Softwareentwicklung [Sche1993, 92].

Das *Fachkonzept* beschreibt das zu unterstützende betriebswirtschaftliche Konzept unter dem Gesichtspunkt einer späteren konsistenten Umsetzung in ein Informationssystem [Sche1993, 91-92].

Das *DV-Konzept* überträgt die Begrifflichkeit des Fachkonzepts auf die Ebene der DV-Umsetzung dergestalt, dass spätere Änderungen auf dieser Ebene vorgenommen werden können, ohne das zugrundeliegende Fachkonzept anpassen zu müssen [Sche1993, 92].

Die *Implementierung* bezeichnet schließlich die Umsetzung des DV-Konzepts auf eine konkrete Hard- und Softwareplattform [Sche1993, 92].

Scheer legt das Schwergewicht seiner Betrachtungen auf das Fachkonzept und begründet dies mit der größten Nähe zur betriebswirtschaftlichen Problemstellung und - damit verbunden - mit der im Vergleich zu den darunterliegenden Ebenen geringeren Änderungshäufigkeit [Sche1993, 92-93]. Das in dieser Arbeit betrachtete Problem der Modellierung krankenhauslogistischer Kreisläufe ist ebenfalls auf der Ebene des Fachkonzepts anzuordnen. Es dient nicht nur der Visualisierung der betriebswirtschaftlichen Problemstellung, sondern hat durch die Festlegung auf eine nachfolgende agentenbasierte Simulation auch einen Bezug zur DV-technischen Umsetzung. Die Untersuchung des ARIS-Konzepts auf mögliche Lösungsbeiträge für die Problemstellung dieser Arbeit kann deshalb auf die Ebene des Fachkonzepts beschränkt werden.

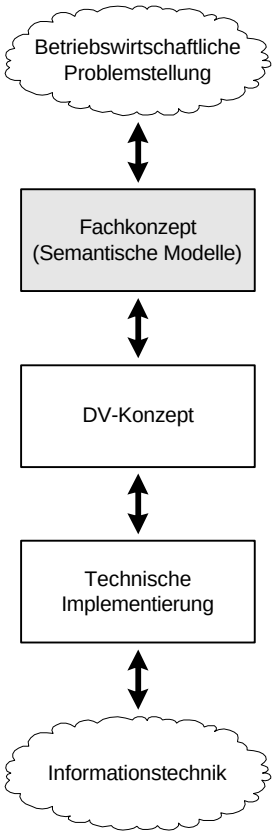


Bild 9 Einordnung des Modellierungsproblems in die Beschreibungsebenen eines Informationssystems nach Scheer [Sche1993, 91]

4.1.2 Das allgemeine ARIS-Geschäftsprozessmodell

Das dem ARIS-Konzept zugrundeliegende allgemeine Geschäftsprozessmodell beschreibt auf abstrakter Ebene alle zur Beschreibung eines Geschäftsprozesses notwendigen Objekttypen (Funktionen, Ereignisse, Daten, Leistungen etc.) und ihre Beziehungen untereinander; unterschiedliche Objekttypen sind dabei durch unterschiedliche Symbole gekennzeichnet (Bild 10).

Die Zusammenhänge in Bild 10 sind soweit selbsterklärend, dass auf eine verbale Beschreibung verzichtet werden kann. Das Stoffflussdenken der Logistik (vgl. 2.1.2) findet hier insoweit eine Entsprechung, als auch die Beziehungen zwischen den Objekttypen als Flüsse verstanden werden [Sche1998a, 10-16].

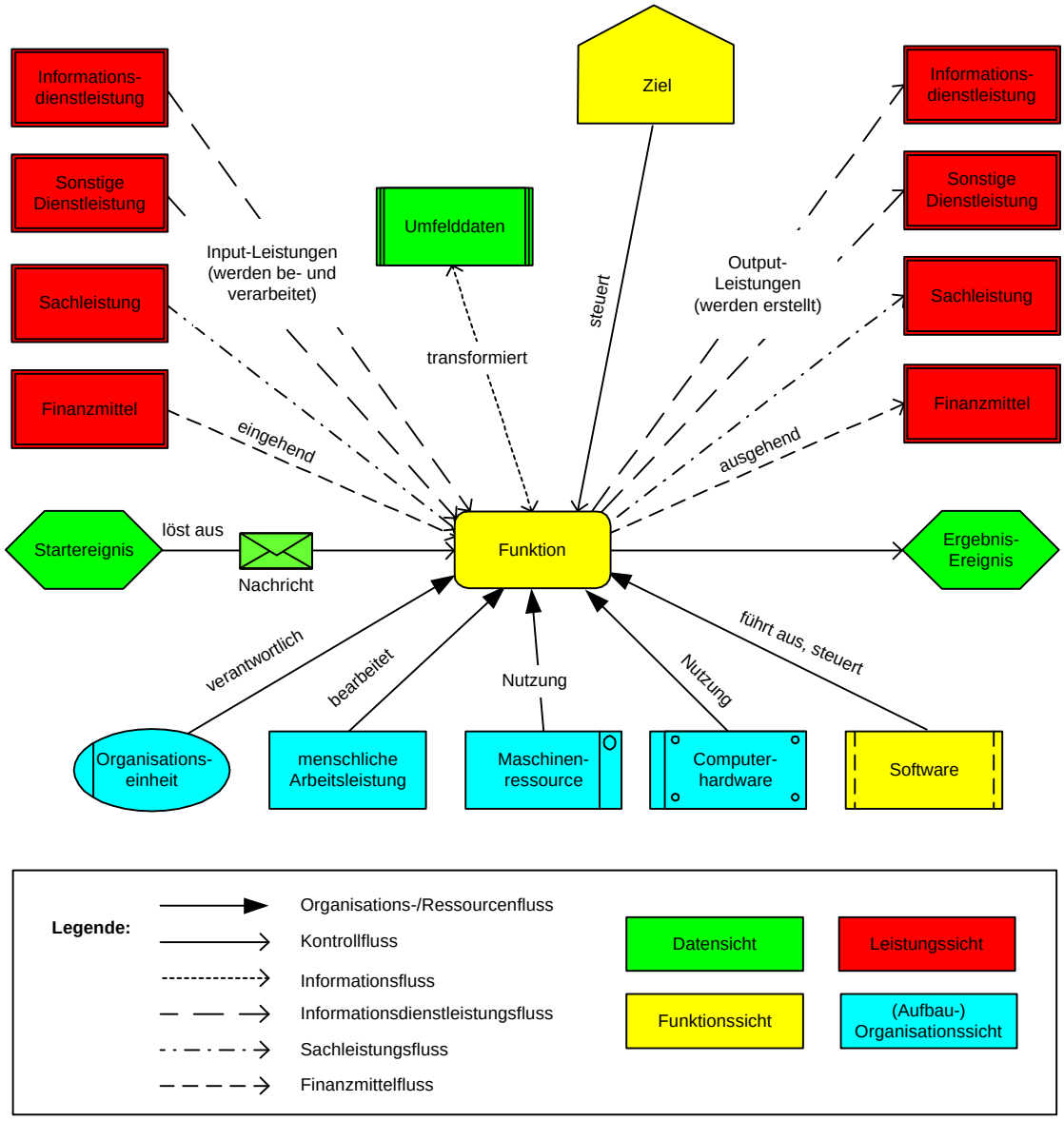


Bild 10 Das allgemeine ARIS-Geschäftsprozessmodell und seine Zerlegung in Sichten [nach Sche1998a, 31 und 34-35]

Sichten in ARIS

In Abschnitt 2.2.2 wurde herausgearbeitet, dass eine Zerlegung des Modells in verschiedene Sichten vorteilhaft ist, um dessen Komplexität besser beherrschen zu können. Jede Sicht wird dabei durch ein Metamodell beschrieben. Das in Bild 10 dargestellte Meta*-Modell (vgl. auch 2.2.2) integriert diese Sichten:

- In der *Funktionssicht* wird die Transformation von Input-Leistungen in Output-Leistungen abgebildet. Funktionen (synonym auch als Vorgänge oder Tätigkeiten bezeichnet) werden dabei von Zielen gesteuert und dienen der Zielerfüllung. Eine Zuordnung von Software zur Funktionssicht begründet *Scheer*

mit den der Programmablauflogik inhärenten Bearbeitungsregeln [Sche1998a, 36]

- Die *Organisationssicht* bildet die Aufbauorganisation mit zugeordneten menschlichen und maschinellen Aufgabenträgern ab [Sche1998a, 36]
- Die Umfelddaten der Vorgangsbearbeitung nebst auslösender und erzeugter Nachrichten und Ereignisse werden in der D*atensicht* dargestellt [Sche1998a, 36]
- In der *Leistungssicht* werden alle materiellen und immateriellen Input- und Outputleistungen dargestellt [Sche1998a, 36]

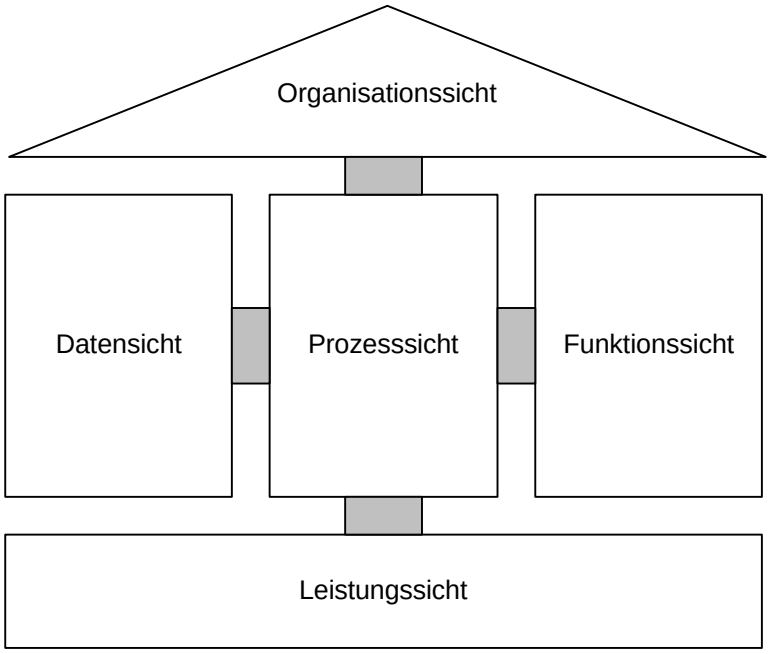


Bild 11 Sichten des ARIS-Hauses [in Anlehnung an Sche1998a, 41]

Die Integration der vorstehend beschriebenen Sichten wird in ARIS durch die *Prozess-sicht* (auch *Steuerungssicht* genannt) sichergestellt [Sche1998, 36]. Diesen Sachverhalt stellt *Scheer* durch das ARIS-Haus dar, bei dem in Bild 11 wegen der Fokussierung auf die Fachkonzept-Ebene von den Beschreibungsebenen innerhalb der Sichten abstrahiert wird. Neben der integrierten Abbildung der Struktur des Systems in den zuvor beschriebenen Sichten dient die Prozesssicht auch der Modellierung dynamischer Aspekte durch die Ereignissteuerung der Funktionen und den Nachrichtenfluss [Sche1998a, 36-37].

4.1.3 Bewertung der Eignung von ARIS für Modellierung in der Krankenhauslogistik

Domänenspezifische Anforderungen

Eine vollständige Übertragbarkeit des ARIS-Konzepts besteht aus domänenspezifischer Sicht nicht, da das verwendete Geschäftsprozessmodell nicht allen in Kapitel 3.1 identifizierten Anforderungen des krankenhauslogistischen Kontextes genügt.

Die Abbildung von Koordination als krankenhauslogistische Kernforderung ist im ARIS-Geschäftsprozessmodell nicht möglich, weil der Blick auf eine Funktion zentriert ist. Konflikte und Interdependenzen können so nicht erfasst werden. Zwar wird eine Verbindung zwischen Zielen und Funktionen aufgezeigt, allerdings handelt es sich hier lediglich um Unternehmensziele [Sche1998a, 32] und nicht auch um autonome Ziele der Beteiligten. Abhängigkeiten zwischen Akteuren können nur über die Aufbauorganisation des Unternehmens definiert werden. Die Abhängigkeiten zwischen Arzt, Schwester und Patientin können damit nicht geeignet dargestellt werden.

Obwohl Flüsse im Modell thematisiert werden, ist eine der Definition logistischer Kreisläufe entsprechende ganzheitliche Sichtweise allerdings schon deshalb nicht gegeben, weil die statische Input-Output-Betrachtung Kunden-Lieferanten-Beziehungen nicht so detailliert visualisieren kann, wie dies etwa in Bild 4 oder Bild 8 geschieht.

Die Existenz einer Prozesssicht ermöglicht eine Abbildung von Prozessen, wobei keine Restriktionen bezüglich ihrer Betrachtungsweise festzustellen sind. Eine Unterstützung der Dynamik der Krankenhauslogistik ist bereits durch die Prozesssicht prinzipiell gegeben, inwieweit die Anforderungen konkret umgesetzt werden können, ist auf dieser Abstraktionsebene allerdings noch nicht zu klären.

Ergänzende Anforderungen

Das ARIS-Geschäftsprozessmodell und seine Zerlegung in Sichten stellen den systematischen Aufbau eines durch ARIS geklammerten Frameworks von Modellierungsmethoden sicher. Die Methodenunabhängigkeit erlaubt die Einbindung bestehender Modellierungsmethoden. Das ARIS-Konzept an sich ist somit auf alle betriebswirtschaftlichen Problemstellungen anwendbar, sofern sie mit dem Metamodell hinreichend beschrieben werden können. Die aus den Grundsätzen der Klarheit und Vergleichbarkeit abgeleiteten Forderungen werden durch das ARIS-Konzept nicht

behindert, ihre Umsetzung wird aber durch die gewählten sichtenspezifischen Modellierungsmethoden determiniert.

Betrachtungsgegenstand	Resultierende Abbildungsanforderungen	Eignung
Krankenhauslogistik (allgemein)	Koordination	-
	logistische Kreisläufe (Flussorientierung)	bedingt
Vernetzung	Prozessinterdependenzen	offen
	(mehrere) relevante Prozesssichten	+
	Ressourcenkonflikte	-
	Zielkonflikte	-
lokale Autonomie	Abhängigkeiten zwischen Akteuren	bedingt
	Zielbündel der Akteure	-
Dynamik	Behandlungsfortschritt	+
	Wahrscheinlichkeiten	offen
	Priorisierung zeitkritischer Prozesse	offen

GoM-Grundsatz	Umsetzung auf Meta*-Ebene des Frameworks	Eignung
Wirtschaftlichkeit	Einbettung bestehender Modellierungsmethoden	+
	Übertragbarkeit der Modellierungsmethode	+
systematischer Aufbau	Zerlegung in integrierbare Sichten	+
	sichtenübergreifendes Metamodell	+

Tabelle 6 Übersicht Bewertung des ARIS-Konzeptes

Fazit

Die Übersicht in Tabelle 6 lässt erkennen, dass das dem ARIS-Konzept zugrundeliegende Geschäftsprozessmodell nicht in der Lage ist, alle domänenspezifischen Anforderungen des krankenhauslogistischen Kontextes umfassend abzubilden.

Insbesondere der systematische Aufbau und die Methodenneutralität von ARIS liefern jedoch wertvolle Ansatzpunkte für die Gestaltung eines GoM-konformen Frameworks zur Modellierung krankenhauslogistischer Prozesse. Es erscheint deshalb sinnvoll, das ARIS-Konzept dahingehend zu modifizieren, dass es den domänenspezifischen Anforderungen genügt.

4.2 Zielorientierte Modellierung mit dem i*-Framework

Die von *Hammer* und *Champy* postulierten Thesen zum Business Reengineering [HaCh1996] haben auch den Softwareentwicklungsprozess beeinflusst. Die Frage nach dem Grund für die Ausführung von Prozessen und Tätigkeiten ist insbesondere in der Analysephase von Bedeutung. Das Stellen von „Warum"-Fragen erlaubt es dabei, Alternativen zur Erreichung des zugrundeliegenden Zielbündels zu suchen, die über eine bloße Optimierung bestehender Prozesse hinausgehen [YuMy1998; YuMy1993]. Auch die Annahme intelligenter Akteure wird durch diese Herangehensweise unterstützt, da so die das Handeln der Akteure determinierenden Ziele identifiziert werden können (vgl. 2.3).

Zur Beschreibung der an ein System zu stellenden Anforderungen (requirements) erscheint es deshalb sinnvoll, im Rahmen der Systemanalyse (requirements engineering) private und aus dem Zielbündel des Unternehmens abgeleitete Ziele einzelner Akteure und die Abhängigkeit der Akteure untereinander zu identifizieren [YuMy1998; Balz1996, 92]. Im Hinblick auf die Multiagentensimulation krankenhauslogistischer Prozesse kann das betrachtete Modellierungsproblem im Softwarelebenszyklus in das Requirements Engineering eingeordnet werden.

Das von *Yu* und *Mylopoulus* entwickelte i*-Framework unterstützt diese zielorientierte Systemanalyse durch zwei Modellierungsmethoden (zur Sprachregelung vgl. 2.2.2) : das Strategic-Dependency-Modell und das Strategic-Rationale-Modell [YuLi2000; DuYu1998; YuMy1994a; YuMy1994b; YuMy1993]. Gegenüber vergleichbaren Modellierungssprachen und –methoden zeichnet es sich i* durch eine leichte Verständlichkeit aufgrund einer graphischen Notation aus. Darüber hinaus können die Modellierungsergebnisse in formalere Sprachen wie Telos [YuMy1994b, 12-14] und Albert, KAOS oder Timed Automata [DuYu1998, 7-9] überführt werden, um deren Darstellungsmöglichkeiten nutzen zu können.

4.2.1 Das Strategic-Dependency-Modell

Das *Strategic-Dependency-Modell (SDM)*, auch unter dem Namen *Actor-Dependency-Modell* verwendet, verdeutlicht die Abhängigkeit der Akteure untereinander bei der Erreichung ihrer Ziele. Die graphische Abbildung soll zur Abgrenzung vom

umfassenderen Modellbegriff (vgl. 2.2.2) auch als *Strategic-Dependency-Diagramm (SDD)* bezeichnet werden.

Betrachtungsgegenstand des SD-Modells sind dabei jene *„intentional dependencies“* [YuMy1993, 1], die durch das organisatorischen Umfeld entstehen und für den zielbezogenen Erfolg der Akteure eine strategische Bedeutung haben [YuMy1993,1]. Abhängigkeiten im Kontext des i*-Frameworks zeigen somit auf, inwieweit der Zielerreichungsgrad eines Akteurs vom Verhalten anderer Akteure beeinflusst wird. In dieser Arbeit soll dafür der Begriff *Erfolgsabhängigkeit* verwendet werden.

Erfolgsabhängigkeiten

Der abhängige Akteur *(Depender)* benötigt die Kooperation eines anderen Akteurs *(Dependee)* bezüglich eines Gegenstandes *(Dependum)* [YuMy1993, 3]. Anhand des Dependums werden vier Abhängigkeitskategorien unterschieden, deren Syntax in Bild 9 abgebildet ist:

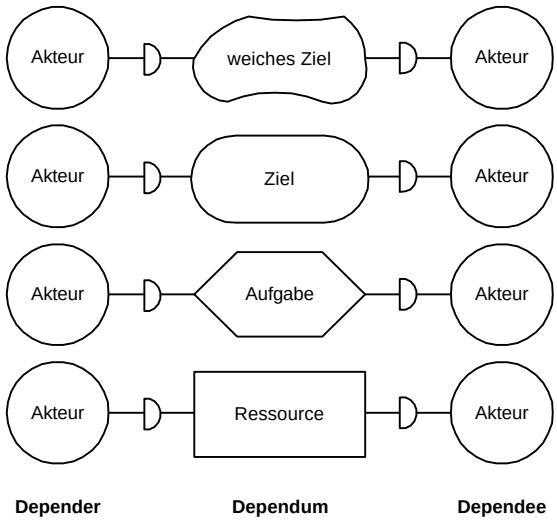


Bild 12 Syntax zur Darstellung von Abhängigkeiten im SD-Diagramm [in Anlehnung an YuMy1993, 4]

- Die *Ressourcenabhängigkeit* bezeichnet eine Abhängigkeit von physischen Objekten und Informationen, die sich in der Verfügungsgewalt anderer Akteure befinden [YuMy1994a, 3 ;YuMy1993, 4]. So benötigt die Krankenschwester zur fallgerechten Behandlung einer Patientin die Diagnose des Arztes (Information) als Input.
- Die *Aufgabenabhängigkeit* zeigt an, dass der Depender bestimmte Aktivitäten vom Dependee ausführen lassen muss [YuMy1994a, 3]. Dabei wird vorgegeben,

wie ein bestimmter Zustand erreicht werden soll, aber nicht (zwangsläufig) warum [YuMy1993, 4]. Bei der Modellierung des Testszenarios wird beispielsweise eine derartige Vorgabe für die Durchführung des Pflegedienstes angenommen (Unter Pflegedienst ist in diesem Kontext die Summe aller von der Pflegekraft zu erbringenden Arbeitsleistungen zu verstehen.).

- Die *Zielabhängigkeit* stellt im Gegensatz zur Aufgabenabhängigkeit nicht darauf ab, wie eine bestimmter Zustand erreicht wird, sondern nur, dass er erreicht wird [YuMy1994a, 2; YuMy1993, 3]. Die Modellierung einer Zielabhängigkeit „Beachtung Anordnungen“ zwischen Schwester und Patientin, bedeutet hier beispielsweise, dass das „Wie“ einer strengen Bettruhe (Lesen, Schlafen, Fernsehen) in das Ermessen der Patientin gestellt ist.
- Die weiche Zielabhängigkeit *(Softzielabhängigkeit)* beschreibt Zielabhängigkeiten, die näher spezifiziert werden müssen, damit alle Beteiligten das gleiche Verständnis haben, was etwa unter dem Ziel „umfassende Pflege“ zu subsumieren ist und wie es demzufolge zu operationalisieren ist [YuMy1994a, 3; YuMy1993, 4].

Grad von Erfolgsabhängigkeiten

Alle dargestellten Abhängigkeiten beinhalten auch die Gefahr, dass der Ausfall der Leistung eines Dependees die Leistungsfähigkeit des Dependers insgesamt beeinflusst. Wird die Mitarbeit vom Dependee versagt, kann die Zielerreichung des Dependers geringfügig oder erheblich beeinflusst werden und gar unmöglich werden [YuMy1994a, 3]. Die Betrachtung von Abhängigkeiten mit geringem Einfluss auf die Zielerreichung erscheint jedoch aufgrund des Modellierungsgrundsätze der Relevanz und Wirtschaftlichkeit (GoM) nicht sinnvoll. In jüngeren Veröffentlichungen von *Yu et al.* wird auf die erwähnte Unterscheidung nicht mehr eingegangen [z.B. YuLi2000; DuYu1998]. Dieses Vorgehen erscheint zumindest auf hohem Abstraktionsniveau sinnvoll, da eine Unterscheidung zwischen essentiellen Erfolgsabhängigkeiten und solchen mit erheblichem Einfluss aufgrund der den Agenten inhärenten Lösungsautonomie ex ante nicht zweifelsfrei zu treffen ist. Im SDD des Testszenarios (Bild 13) wird demzufolge der Grad der Erfolgsabhängigkeit nicht differenziert. Dies schließt allerdings nicht aus, dass es beispielsweise für Ziele und Aktivitäten mit hohem Detaillierungsgrad (z.B. „Wiederbelebungsmaßnahmen durchführen“ und „Essen

austeilen“) sinnvoll und möglich ist, unterschiedliche Erfolgsabhängigkeiten für die Genesung des Patienten anzugeben.

Einflussmöglichkeiten des Dependers auf den Dependee

Durch die Betrachtung der Erfolgsabhängigkeiten ist es auch möglich aufzuzeigen, inwieweit die Position zwischen Depender und Dependee geeignet ist, beim Dependee ein den Zielen des Dependers konformes Verhalten zu implizieren.

Besteht eine wechselseitige direkte oder indirekte (z.B. über Vorgesetze) Abhängigkeit der Akteure, kann der Depender seinerseits das von ihm als Dependee zu erbringende Dependum von der Erfüllung seines Gegenübers abhängig machen. Die Einfluss-möglichkeiten sind dabei umso stärker, je weniger Dritte in die Beziehung involviert sind [YuMy1994a, 7].

Die Erbringung des Dependums kann für den Dependee auch in Gründen liegen, auf die der Depender keinen Einfluss hat [YuMy1994a, 7]. „Rasche Genesung“ im Beispiel der Beziehung zwischen Patientin und Krankenschwester in Bild 10 liegt auch im ethischen Zielsystem der Schwester selbst. Die eigene Bereitschaft, zur Zielerfüllung beizutragen, kann damit höher eingeschätzt werden als die bloße Existenz von Sanktions-möglichkeiten.

In den Fällen, in denen keines der Anreizsysteme eingesetzt werden kann, bleibt dem Depender nur die Möglichkeit, seine Abhängigkeit gegenüber dem Dependee auf das geringstmögliche Maß zu reduzieren [YuMy1994a, 7].

Die Syntax des SD-Modells bietet allerdings noch keine Möglichkeit, die unterschiedlichen Anreizsysteme explizit darzustellen. Dies würde insbesondere Rückschlüsse auf eine für den Depender vorteilhafte Lösung von Konflikten ermöglichen.

Umsetzung des Testszenarios im SD-Diagramm

Das folgende SDD zeigt die Beziehung der Akteure des Testszenarios. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass bestimmte Beziehungen der Übersichtlichkeit halber ausgeblendet wurden (vgl. 3.4), ohne dass dies zur Vernachlässigung bestimmter Abbildungsprobleme führt.

Die Abbildung der Arzt-Schwester-Beziehung ist beispielsweise aus diesem Grund auf die Darstellung der Tatsache beschränkt, dass die Krankenschwester zur ordnungsgemäßen Pflege der Patientin die Diagnose des Arztes ebenso benötigt, wie die Verfügbarkeit des Arztes zur Anordnung bestimmter Eingriffe (z.B. Blutabnahme, Gabe von Medikamenten). Umgekehrt erwartet der Arzt die Ausführung seiner Anordnungen.
Die Aufgabenabhängigkeit „Pflegedienst“ zwischen Stationsschwester und Krankenschwester drückt die Erfolgsbhängigkeit der Stationsschwester davon aus, dass die Krankenschwestern ihren Dienst zur im Dienstplan vorgegebenen Zeit in vollem Umfang leisten (analog gilt dies auch für den „ärztlichen Dienst).

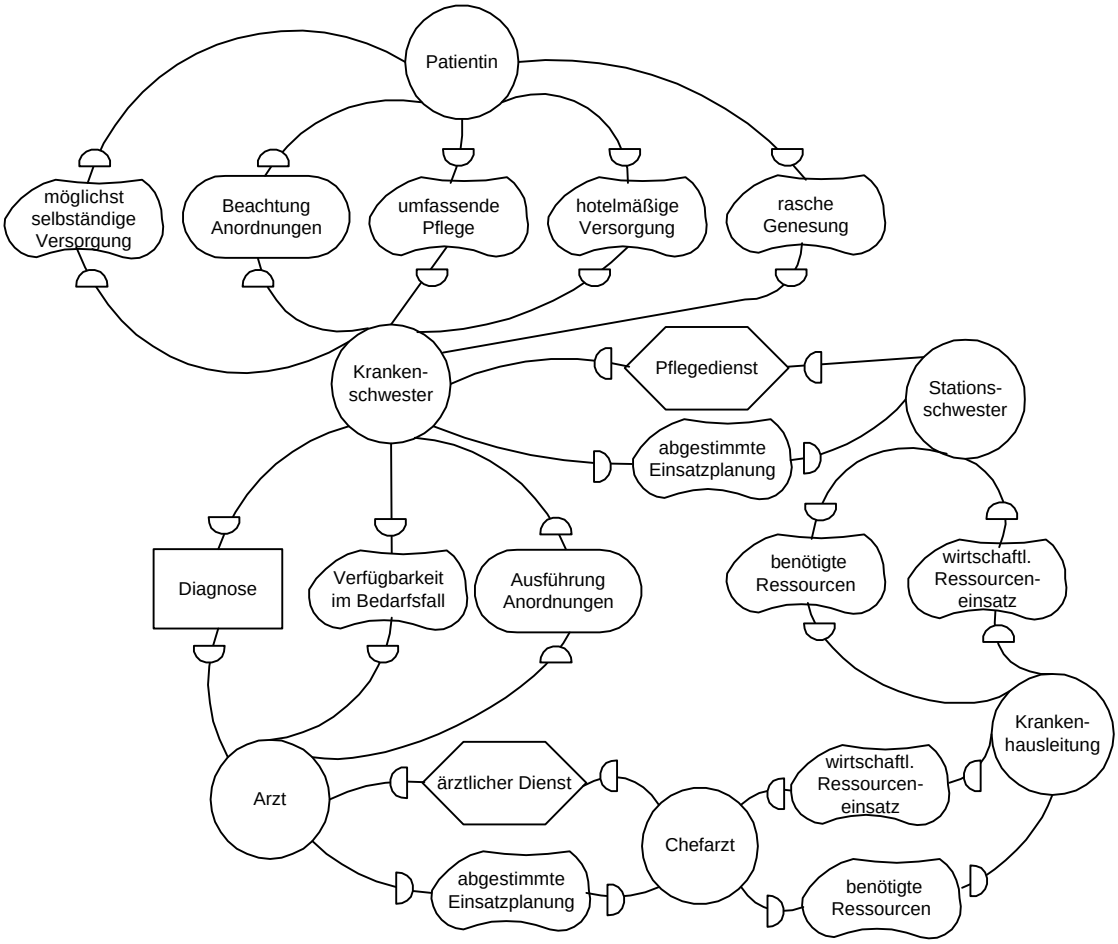


Bild 13 Abhängigkeiten der Akteure des Testszenarios im SD-Diagramm

Eine besondere Beachtung verdient das Softziel „rasche Genesung“ zwischen Patientin und Krankenschwester. Zum einen handelt es sich um eine Forderung an die Krankenschwester, zum anderen ist es allerdings auch ein Ziel der Krankenschwester für die Patientin, die sich aus dem ethischen Zielsystem einer Krankenschwester ergeben sollte.

Dieser Zusammenhang ist hier nicht darstellbar, für die Modellierung allerdings von Bedeutung. Eine reziproke Darstellung als Forderung an die Patientin ist abzulehnen, weil die unterschiedliche Bedeutung des Softziels für Patientin (es geht um ihre eigene Gesundheit) und Krankenschwester (allen Patientinnen wird eine rasche Genesung gewünscht) damit verloren geht.

Agenten, Rollen, Positionen

Der Begriff Akteur hat im i*-Framework eine generische Bedeutung und umfasst alle Objekte, die Erfolgsabhängigkeiten zueinander besitzen können [YuLi2000, 3]. Bild 14 beschreibt die Ausdifferenzierungen Agent, Position und Rolle nebst ihrer Syntax. Die nachfolgende Erläuterung möglicher Beziehungen lehnt sich an die Arbeiten von *Yu et al.* an [YuLi2000, 3-4; YuMy1994a, 3-5].

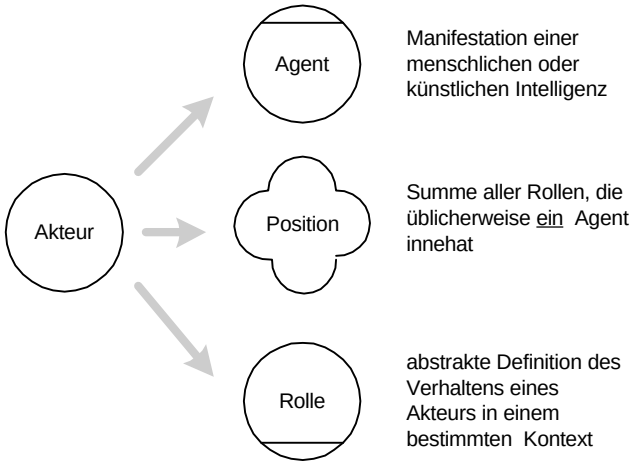


Bild 14 Die Spezifizierungen des generischen Akteurs und ihre Syntax [in Anlehnung an YuLi2000, 3]

Ein Agent kann eine Position besetzen (OCCUPIES). Eine Positionen deckt (COVERS) eine oder mehrere Rollen ab. Es ist jedoch auch möglich, dass ein Agent direkt eine Rolle spielt (PLAYS). Die Möglichkeiten von Generalisierung/Spezialisierung (ISA) und der Instanziierung von Klassen (INS) erlauben eine Vereinfachung der Darstellungsweise im Modell.

Agenten sind jedoch nicht als Komposition verschiedener Rollen und Positionen zu verstehen; jede Rolle und Position kann eigenständige Erfolgsabhängigkeiten besitzen, die mit denen des Agenten selbst oder anderer von ihm eingenommener Positionen und Rollen konfligieren können. Die ihm innewohnende Autonomie erlaubt es jedem einzelnen Agenten (auch wenn er im Modell als Instanz einer Agentenklasse dargestellt

wird), einen eigenen Lösungsweg zur optimalen Zielerreichung zu suchen [YuMy1994a, 5]. Dies deckt sich auch mit der Erfahrung, dass verschiedene Ärzte unterschiedliche Herangehensweisen zur Behandlung derselben Krankheit haben können.

Im Beispiel der in Bild 15 verfeinerten Darstellung der Beziehung zwischen Arzt und Chefarzt aus Bild 13 werden intrapersonale Rollenkonflikte deutlich. In Bild 13 konnte nur durch die Bezeichnung impliziert werden, dass ein Chefarzt auch ein Arzt ist und somit ärztliche Tätigkeiten verrichtet. Dieser Sachverhalt wird durch das Rollenkonzept in Bild 15 explizit dargestellt. Die Erfolgsabhängigkeiten zwischen beiden Rollen verdeutlichen einen möglichen Interessenkonflikt bezüglich der Einsatzplanung.

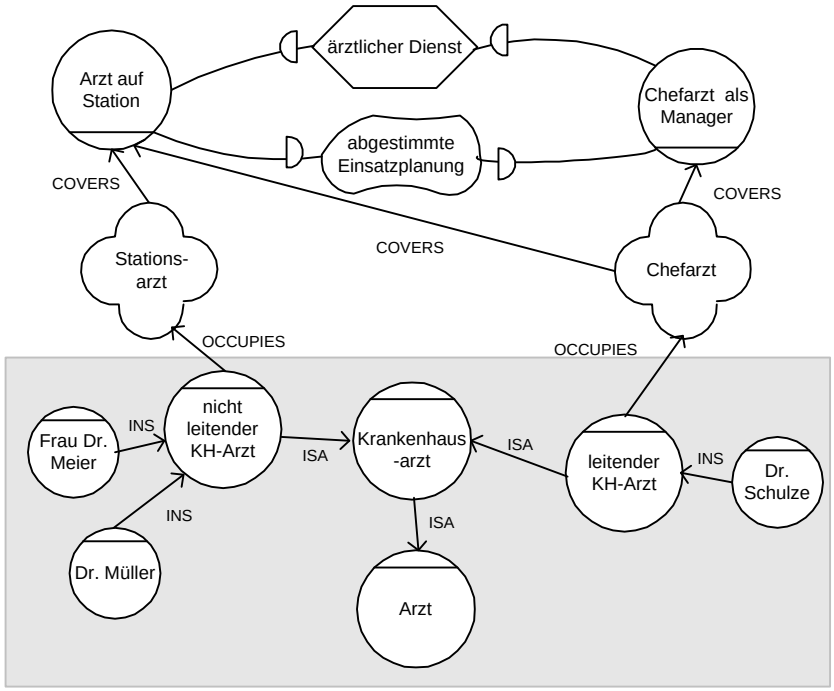


Bild 15 Agenten, Positionen und Rollen als Spezifizierung des Akteurbegriffes am Beispiel der Beziehungen zwischen (Stations-)arzt und Chefarzt

Mit der verfügbaren Syntax ist zwar ein Szenario nicht darstellbar, in dem die Stationsärztin „Frau Dr. Meier“ (temporär) Patientin in der Geburtshilfestation ist und dieser Umstand die Krankenschwestern bei der Erbringung von Pflegeleistungen beeinflusst, die geringe Häufigkeit einer derartigen Konstellation legt es allerdings nach dem Modellierungsgrundsatz der Relevanz (GoM) auch eine Vernachlässigung nahe.

Die Genauigkeit der Darstellung verschiedener Akteure ist aus der selben Überlegung heraus an die Erfordernisse der Modellierung anzupassen. Im konkreten Fall liefert der

grau hinterlegte Bereich des Bildes 15 keinen signifikanten Modellierungsbeitrag; seine Darstellung kann deshalb entfallen.

4.2.2 Das Strategic-Rationale-Modell

Die Modellierung von Erfolgsabhängigkeiten im SD-Modell spannt um die einzelnen Akteure ein Beziehungsnetzwerk und ordnet sie so in einen organisatorischen Kontext ein. Das SR-Modell beschreibt hingegen den inneren Zustand der Akteure [YuMy1994b, 5]. Die graphische Darstellung soll als *Strategic-Rationale-Diagramm (SRD)* bezeichnet werden. *„Intentional elements“* [YuLi2000, 4] repräsentieren weiche und harte Ziele, Aufgaben und Ressourcen des Akteurs [YuMy1994b, 5]. Diese *Erfolgsbausteine* als internes Gegenstück zum Dependum des SD-Modells können dabei hierarchisch angeordnet werden und interne Argumentationsketten eines Akteurs bezüglich seiner Beziehungen zur Außenwelt unter dem Aspekt eines optimalen Zielerreichungsgrades darstellen [YuMy1994b, 5]. Die Möglichkeiten ihrer hierarchischen Zerlegung sind abhängig von der Natur der Erfolgsbausteine [YuMy1994b, 6; YuLi2000]:

- Aufgaben können in Teilaufgaben und (harte und weiche) Subziele zerlegt werden.
- Ziele können durch verschiedene Mittel (die wiederum Erfolgsbausteine sind) erreicht werden. Diese können einzeln oder nur gemeinsam Wirkung entfalten. Eine Darstellung der Verknüpfungssyntax liefert Bild 16.
- Bei weichen Zielen kann wegen ihrer Unbestimmtheit nicht durch eine Mittel-Zweck-Relation angegeben werden, wie dieses Ziel erreicht werden kann, es ist lediglich möglich anzugeben, ob Mittel einen positiven oder negativen Einfluss auf den Zielerreichungsgrad haben.

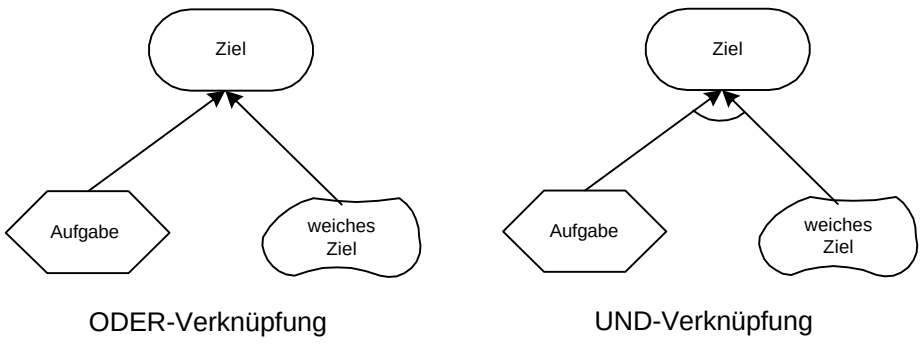


Bild 16 Syntax der Verknüpfung von Mittel-Zweck-Relationen in SR-Diagrammen [in Anlehnung an YuMy1999, 6]

Ein wichtiger Punkt dieser hierarchischen Anordnung ist, dass die Freiheitsgrade auf jeder Zerlegungsebene gleich bleiben [YuMy1994b, 5]. So kann beispielsweise eine Aufgabe nicht nur in Subaufgaben, sondern auch in Subziele zerlegt werden.

Die Zerlegung von Aufgaben in Subziele nimmt einen Wechsel vor, von einer Vorgabe, wie etwas zu erledigen ist, zu einem weniger restriktivem Ziel auf der untergeordneten Abstraktionseben. Das „Wie“ einer Aufgabe würde demzufolge lediglich die Vorgabe der Aufgabendekomposition auf der nächsten Abstraktionsebene darstellen. Eine kritische Hinterfragung des hohen Freiheitsgrades erscheint auch deshalb angebracht, weil die Differenzierung in Ziele und Aufgaben stark vom Blickwinkel des Betrachters abhängt und die Verbindlichkeit der Modelle dadurch beeinträchtigt wird (Grundsatz der Vergleichbarkeit).

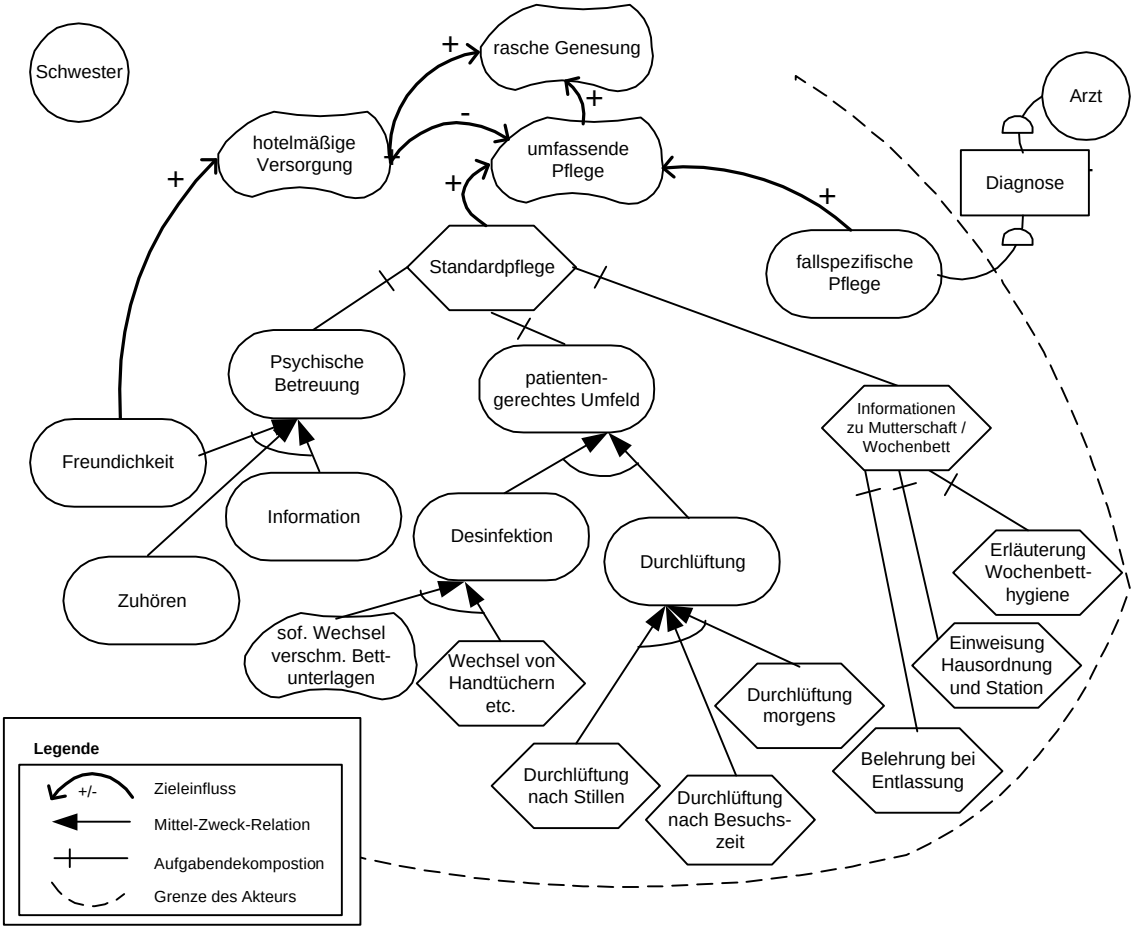


Bild 17 SR-Diagramm einer Krankenschwester im gewählten Testszenario mit Detaillierung der Standardpflege

Erfolgsbausteine werden nur dann aufgeführt und aufgegliedert, wenn sie für das Handeln der Akteure bedeutsam sind [YuMy1994b, 7]. Im Beispiel des Bildes 17 ist das Ziel „Freundlichkeit“ wichtig für eine optimale psychische Betreuung des Patienten;

was „Freundlichkeit“ beinhaltet, kann jedoch als jedem Agenten bekannt angesehen werden und muss deshalb nicht modelliert werden.Das Ziel der fallspezifischen Pflege wird durch die vom Arzt gestellte Diagnose in unterschiedliche Subziele und Aktivitäten aufgelöst. Eine reine Darstellung von UND/ODER-Verknüpfungen kann diesen Sachverhalt nicht hinreichend genau wiedergeben. Die Entscheidung, welcher Fall vorliegt, liegt nicht im Ermessen der Krankenschwester; vielmehr ist sie an die Diagnose des Arztes gebunden, die wiederum nicht willkürlich, sondern durch die Wahrscheinlichkeit des Eintretens bestimmter Fälle determiniert ist.

4.2.3 Bewertung des Lösungsbeitrages des i*-Frameworks

Domänenspezifische Anforderungen

Bei der Darstellung der Methoden des i*-Frameworks wurde deutlich, dass es nicht gelingt, alle krankenhauslogistischen Modellierungsanforderungen geeignet umzusetzen.

Das SD-Modell stellt anhand des Dependums die (Erfolgs-)Abhängigkeit der Akteure untereinander dar und visualisiert die somit notwendige Koordination zweier Akteure in Bezug auf ein Dependum. Die Einflussmöglichkeiten auf den Dependee zu einem, den Zielen des Dependers konformen, Verhalten sind zwar von *Yu et al.* problematisiert worden, eine syntaktische Darstellung ist jedoch bislang noch nicht vorgesehen. Die Darstellung verschiedener Einflussmöglichkeiten auf den Dependee und die Möglichkeit, dass der Dependee Ziele für den Depender hat, können ebenfalls nicht abgebildet werden.

Die Identifikation logistischer Kreisläufe zur Zielerreichung gelingt mit den Methoden des i*-Frameworks allerdings nur bedingt. Das SR-Modell, das denn inneren Zustand der Akteure darstellt, ist durch diese Beschränkung nicht in der Lage, Kreisläufe mit mehreren beteiligten Akteuren abzubilden. Die Abhängigkeiten des SD-Modells können zwar auf einer höheren Abstraktionsebene gewisse Aktivitätskreisläufe darstellen (Beispiel: A benötigt etwas von B, B benötigt etwas von C, C benötigt etwas von A – ein Austauschprozess kommt nur zustande, wenn jeder Akteur das von ihm erwartete Dependum zur Verfügung stellt). Die als wichtig herausgestellte Fallorientierung (2.1.5) kann wegen mangelnder Prozessdarstellungsmöglichkeiten jedoch nicht abgebildet werden. Gar nicht abzubilden sind deshalb die krankenhauslogistische Dynamik und die

aus der Vernetzung abgeleiteten Forderungen nach Darstellung von relevanten Prozesssichten und Prozessinterdependenzen.

Konflikte um knappe Ressourcen können nur bedingt dargestellt werden. Zwar kann auf Grundlage des SD-Modells ein möglicher Ressourcenkonflikt vermutet werden, wenn mehrere Akteure eine Ressource benötigen. Um verlässliche Aussagen machen zu können, müsste allerdings auch dargestellt werden, wie oft die betreffende Ressource vorhanden ist und in welchem Umfang (Häufigkeit, Dauer) sie von den Akteuren in Anspruch genommen wird.

Das SD-Modell erlaubt es, neben den relevanten (den Zielerreichungsgrad der beteiligten Akteure beeinflussenden) interpersonalen Zielkonflikten auch jene intrapersonalen Zielkonflikte darzustellen, die aus den unterschiedlichen Rollen eines Agenten resultieren. Dies geschieht durch die Ausdifferenzierung des generischen Akteurs in Agenten, Rollen und Positionen. Im SR-Modell werden dann jene intrapersonalen Zielkonflikte dargestellt, die sich aus dem internen Zielbündel der Akteure ergeben. Als problematisch hat sich jedoch der hohe Freiheitsgrad erwiesen, der auch eine Zerlegung von Aufgaben in Subziele ermöglicht und somit die Verbindlichkeit der Modelle beeinträchtigt.

Ergänzende Anforderungen

Das i*-Framework bietet mit SDM und SRM zwei Modellierungsmethoden, deren Modelle in SDD und SRD graphisch abgebildet werden können. Im Bereich der strukturierten Darstellung sind allerdings noch Mängel zu konstatieren. So ist beispielsweise bei größeren SD-Modellen zu befürchten, dass die modellierten Erfolgsabhängigkeiten in einem „Beziehungsknäuel“ mühsam identifiziert werden müssen. Von einer strukturierten Anordnung kann deshalb nicht gesprochen werden.

Yu et al. haben zudem gezeigt, dass die i*-Modellierung vielseitig einsetzbar ist [vgl. u.a. YuLi2000; YuMy1999; DuYu1998; Yu1995; YuMy1994a; YuMy1993]; die entsprechende aus dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit abgeleitete Forderung ist somit erfüllt.

Da aufgrund der nicht vollumfänglichen Abdeckung krankenhauslogistischer Forderungen eine Anpassung von SDD und SRD zur Gewährleistung besserer Modelle geboten erscheint, wird hier auf eine Untersuchung verzichtet, inwieweit Gestaltungsrichtlinien übernommen werden können.

Betrachtungsgegenstand	Resultierende Abbildungsanforderungen	Eignung
Krankenhauslogistik (allgemein)	Koordination logistische Kreisläufe (Flussorientierung)	+ bedingt
Vernetzung	Prozessinterdependenzen (mehrere) relevante Prozesssichten Ressourcenkonflikte Zielkonflikte	- - bedingt +
lokale Autonomie	Abhängigk eiten zwischen Akteuren Zielbündel der Akteure	bedingt +
Dynamik	Behandlungsfortschritt Wahrscheinlichkeiten Priorisierung zeitkritischer Prozesse	- - -

GoM-Grundsatz	Umsetzung bei Wahl der Modellierungsmethode	Eignung
Klarheit	graphische Modellierungsmethode strukturierte Anordnung	+ -
Wirtschaftlichkeit	Übertragbarkeit der Modellierungsmethode	+
Vergleichbarkeit	Übernahme von Gestaltungsrichtlinien	offen

Tabelle 7 Übersicht Eignung der Methoden des i*-Frameworks

Fazit

Die Methoden des i*-Frameworks erscheinen aufgrund ihrer Übereinstimmung mit wesentlichen domänenspezifischen Anforderungen und hoher Entsprechung bei den ergänzenden Forderungen (vgl. Tabelle 7) geeignet, in modifizierter Form in das zu entwickelnde Framework integriert zu werden. Unter Rückgriff auf die ARIS-Sichten erscheint insbesondere eine Abbildung der Krankenhausorganisation durch strategische Abhängigkeiten des SD-Modells zur Problembeschreibung nicht zuletzt deshalb besser geeignet als eine ständische hierarchische Aufbauorganisation, weil hier eine geeignete Einbindung des externen Faktors Patient möglich ist und die Darstellung erfolgs-relevanter Beziehungen erfolgt.

Das SR-Modell kann diese Darstellung durch die Modellierung interner Mittel-Zweck-Relationen ergänzen. Eine Erweiterung kann somit zu einer Modellierungsmethode einer, die reine Funktionssicht des ARIS-Konzeptes ablösenden, Ziel-Aktivitäts-Sicht werden.

4.3 Ereignisgesteuerte Prozessketten als prozessorientierte Modellierungsmethoden

Die in 3.2.2 untersuchten Methoden des zielorientierten Modellierungsansatzes waren zur Abbildung von Prozessen und interprozessualen Interaktionen nicht geeignet. Eine Untersuchung des Lösungsbeitrages prozessorientierter Modellierungsmethoden erscheint auch unter dem Gesichtspunkt der bislang nicht gelösten Darstellung krankenhauslogistischer Dynamik sinnvoll.

Petri-Netze gelten als klassische Methode zur Modellierung, Analyse und Simulation dynamischer Systeme mit nebenläufigen und nichtdeterministischen Vorgängen [Balz1996, 298]. Durch ihre mathematische Fundierung in der Graphentheorie und die dadurch bedingte präzise Semantik können Petri-Netze wie ausführbare Programme behandelt werden und bieten sowohl die Möglichkeit zur Verifikation ihrer Syntax und ihres Verhaltens als auch zu einer Simulation der dargestellten Sachverhalte [LaSc1997, 480]. Die geringe Anschaulichkeit und die fehlende Möglichkeit zur Abbildung des organisatorischen Umfelds [Rose1996, 55-56] lassen eine Modellierung mit Petri-Netzen unter Berücksichtigung der in 3.1 und 3.2 definierten Anforderungen jedoch nicht sinnvoll erscheinen.

Die in ARIS zur Darstellung der Prozesssicht auf Fachkonzeptebene verwendeten Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) verbinden Elemente von Petrinetzen und stochastischen Netzplänen [Sche1998b, 125] und haben sich in den Untersuchungen von *Rosemann* als für die Prozessmodellierung besonders geeignet erwiesen [Rose1996, 75-76]. Der mögliche Beitrag der Prozessdarstellung mittels Ereignisgesteuerter Prozessketten und einer darauf aufbauenden objektorientierten Methodenerweiterung zur Darstellung das krankenhauslogistischer (Kreislauf-)Prozesse soll deshalb Gegenstand der folgenden Untersuchungen sein.

4.3.1 Die Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK)

Ereignisgesteuerte Prozessketten sind bipartide gerichtete Graphen, die aus Funktionen und Ereignissen bestehen [Rose1996, 68]. *Funktionen* stellen aktive Einheiten dar, die Inputdaten zu Outputdaten transformieren, dabei Ressourcen verbrauchen und mit der notwendigen Entscheidungskompetenz ausgestattet sind [Rose1996, 64]. Funktionen können bei einem höheren Detaillierungsgrad wiederum Prozesse darstellen [Rose1996, 71-72]

Ereignisse repräsentieren ablaufrelevante Zustandsausprägungen, die beispielsweise Funktionen auslösen oder den Fortschritt bei der Abarbeitung von Vorgängen dokumentieren [Rose1996, 65]. Folglich muss jede Prozesskette mit einem Ereignis beginnen und enden [Rose1996, 68]. Als passive Elemente haben Ereignisse weder Entscheidungskompetenz noch Ressourcenverbrauch [Rose1996, 65]. Ereignisse eines höheren Abstraktionsniveaus können bei Detaillierung in mehrere Teilereignisse aufgegliedert werden [Rose1996, 71].

Logische Konnektoren dienen der Darstellung nichtlinearer Prozessverläufe mittels konjunkter (UND), adjunkter (ODER) und disjunkter (XOR) Verknüpfungen [Rose1996, 66]. Dabei können optional Wahrscheinlichkeiten für das Durchlaufen eines Pfades angegeben werden [Rose1996, 66]. Bei einer Aufspaltung des Prozessverlaufs wird von einer Ausgangsverknüpfung gesprochen; eine Eingangsverknüpfung liegt bei einer Zusammenführung mehrerer Prozessstränge vor [Rose1996, 66]. Eine Übersicht über die Konnektoren liefert Tabelle 8.

	UND	ODER	XOR
Eingangs-verknüpfung			
Ausgangs-verknüpfung			
Beschreibung	*a und b*	*a, b oder beide*	*entweder nur a oder nur b*

Tabelle 8 Logische Konnektoren Ereignisgesteuerter Prozessketten

Eine Unterscheidung in Funktions- und Ereignisverknüpfung ergibt sich aus der Verbindung mehrerer Funktionen bzw. mehrerer Ereignisse mit dem jeweils korrespondierenden Element [Rose1996, 67]. Nach Ereignissen ist dabei wegen deren fehlender Entscheidungskompetenz eine adjunkte oder disjunkte Ausgangsverknüpfung ausgeschlossen [Rose1996, 67].

Aus den GoM wird die Forderung nach einer konsistenten Bezeichnung von Ereignissen und Funktionen abgeleitet [Rose1996, 147-148]. *Rosemann* schlägt für die Funktionsbezeichnung Imperativformen vor (z.B. „Wechsle Verband“) [Rose1996, 201-26]; hier soll allerdings die von *Scheer* verwendete Kombination Prozessobjekt + Infinitiv (beispielsweise „Verband wechseln“) [etwa in Sche1998a; Sche1998b] auch aus

Gründen der Konsistenz bezüglich Sprachregelungen anderer Modellierungsmethoden gewählt werden.

Erweiterungen der EPK zur Sichtenintegration in ARIS

Eine Erweiterung der EPK stellt die Darstellung der Verknüpfung zu Daten, Organisationseinheiten und Informationssystemen dar [Rose 1994, 69-70; NüZi1998, 25]. Zur Unterscheidung von der vorstehend beschriebenen Ausgangsform wird in der Literatur gelegentlich die Bezeichnung *erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette (eEPK)* verwendet [z.B. NüZi1998, 25]; in Anlehnung an *Rosemann* [Rose1996] soll hier jedoch auch weiterhin von einer EPK gesprochen werden.

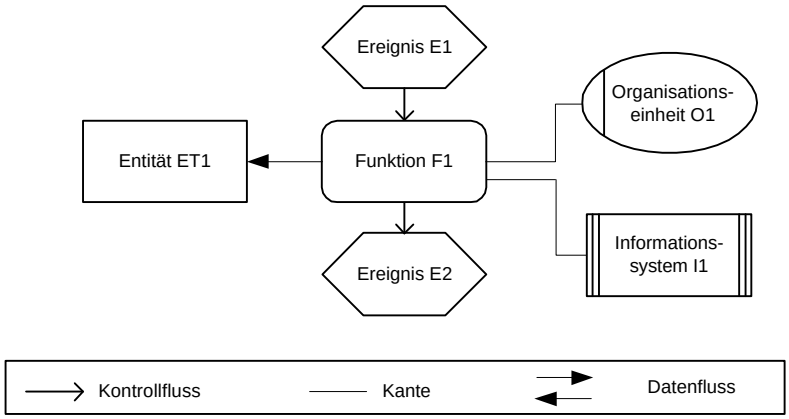


Bild 18 Ressourcen einer EPK [in Anlehnung an Rose1996, 70; NüZi1998, 33]

Einen Überblick über die Verknüpfung der Elemente ereignisgesteuerter Prozessketten gibt Bild 18. Für die vollständige Erläuterung der verwendeten Darstellungsmittel wird auf Anhang B verwiesen.

Modellierung des Behandlungsprozesses mittels Ereignisgesteuerter Prozessketten

Der Behandlungsprozess im Krankenhaus kann aus den Blickwinkeln aller Beteiligten dargestellt werden. Aus Sicht der Pflegekräfte ist der Arbeitsablauf determiniert durch bestimmte Zeitfenster, in denen bestimmte Pflegeleistungen an allen oder an ausgewählten Patienten zu erbringen sind.

Bild 19 zeigt exemplarisch den Arbeitsablauf der Pflegekräfte auf der Geburtshilfestation des Südharz-Krankenhauses Nordhausen von 6.00 bis 7.15 Uhr (vgl. Anhang A.4).

Die nebenläufige Abarbeitung der verschiedenen Aktivitäten (durch verschiedene Schwestern) ist dabei nur eine mögliche Anordnungsbeziehung. Denkbar wäre auch, dass die Schwestern das Pflegeprogramm zimmer- oder patientenweise durchführen. Ein derartiger Freiheitsgrad bei der Vorgangsbearbeitung ist jedoch mit den Konnektoren der EPK nicht darstellbar.

Durch die Wahl der Ereignisse kann bestimmt werden, ob die Arbeitsgänge einer Zeitschiene bei Zeitablauf abgebrochen werden (Ereignis: Uhrzeit) oder der Beginn der Arbeitsgänge des folgenden Zeitfensters verschoben wird (Ereignis: Arbeitsgänge beendet). Bei der Visite ist es allerdings auch vorstellbar, dass nicht beendete Aktivitäten zunächst unterbrochen und nach der Visite fortgesetzt werden. Für die Darstellung in Bild 19 wurde die Beendigung aller Zeitfenster-Funktionen als Endereignis angenommen; als Konsequenz erscheinen die in Anhang gemachten Zeitangaben nicht in der EPK.

Es erscheint unter Berücksichtigung der lokalen Autonomie der Beteiligten sinnvoll, die konkret zu wählende Verfahrenweise nicht immer im Modell vorzugeben, sondern in die Entscheidungskompetenz der Handelnden zu legen. Dies würde aber eine entsprechende Anpassung des Ereigniskonzeptes erfordern.

Die Auslastung der Pflegekräfte und die Wahrscheinlichkeit für die Erledigung aller Aufgaben innerhalb der vorgesehenen Zeitfenster kann in der pflegekräfteorientierten Prozesssicht durch bisher nicht vorgesehene Zusatzinformationen leicht ermittelt werden. Dazu werden (unter Annahme einer Normalverteilung) folgende Informationen benötigt:

- mittlere Dauer und Varianz der Funktionsausführung,
- mittlere Anzahl und Varianz Patienten, die eine Funktionen benötigen,
- mittlere Anzahl und Varianz zur Verfügung stehender Pflegekräfte.

Eine explizite Darstellung des Einflusses von Notfallprozessen auf Routineprozesse ist nicht möglich. Für die hier dargestellte Auslastungsrechnung ist es allerdings ausreichend, die mittlere Belastung durch alle Notfallprozesse (samt Varianz) mittels einer Dummy-Funktion (z.B. „mittlere Beanspruchung durch Notfallprozesse“) zu berücksichtigen.

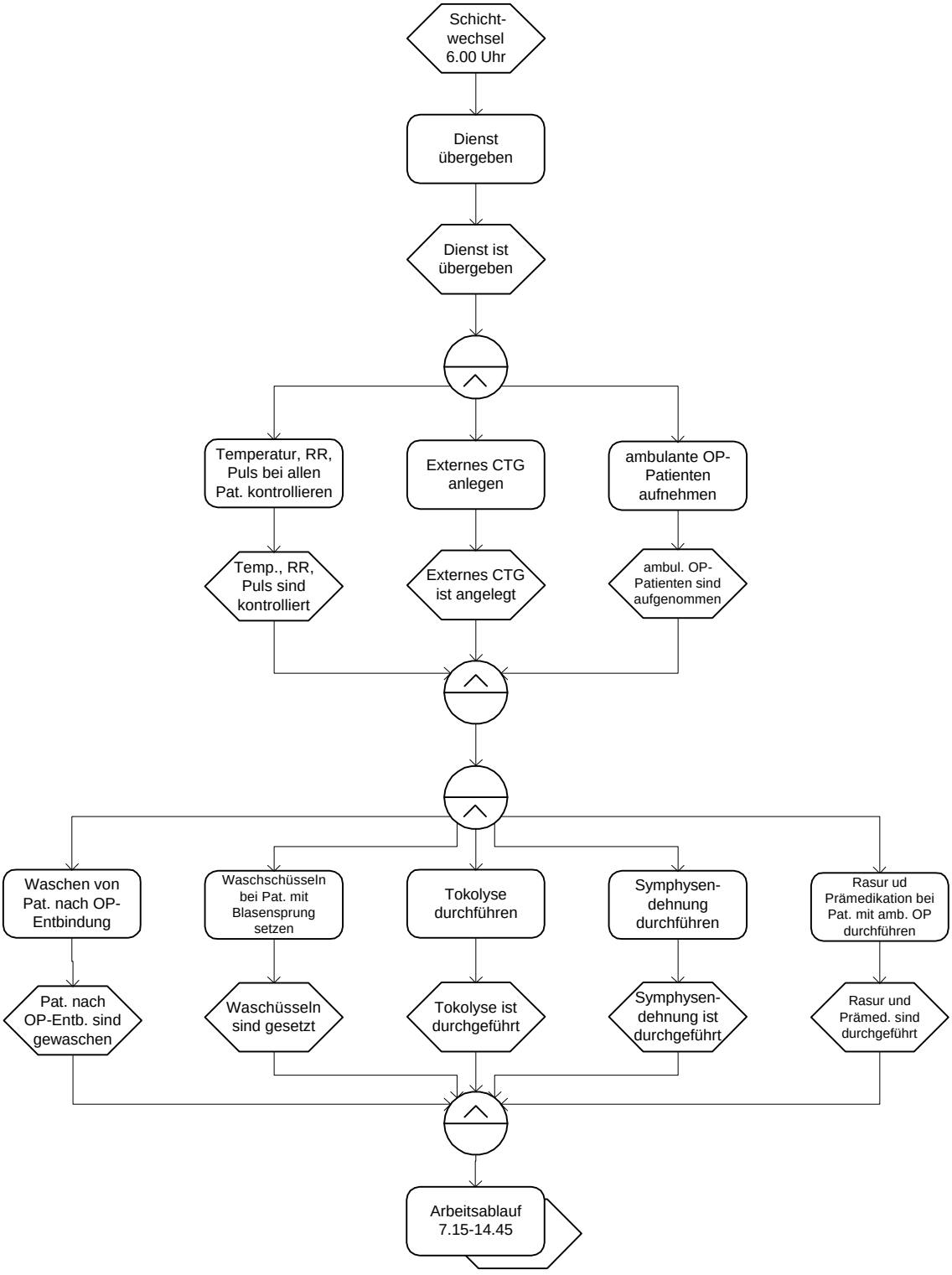


Bild 19 EPK des Arbeitslaufs der Pflegekräfte von 6.00-7.15 Uhr

Die Patientensicht steht in Bild 20 beispielhaft bei der Modellierung des fallspezifischen Pflegeprogramms nach einem Kaiserschnitt im Vordergrund. Diese Darstellung unterstützt die fallgruppenbasierte Patientenflussorientierung, welche Voraussetzung für eine effiziente und qualitativ hochwertige Behandlung der Patienten ist (vgl. 2.1.5 und

2.1.6). Insbesondere die deshalb tendenziell zunehmende fallgruppenpauschalisierte Abrechnung von Krankenhausleistungen erfordert eine Beschreibung der zu erbringenden Leistungen als Ausgangspunkt einer Fall-(prozess-)kostenrechnung.
Die bislang übliche Abrechnung nach Pflegesätzen orientiert sich an der Verweildauer im Krankenhaus [Morr1996, 101]. Die Vereinbarung von Verweildauern für bestimmte Behandlungen lässt Behandlungstage deshalb zum kostenrelevanten Zeitrahmen werden. Fallpauschalen enthalten die Vollkosten pro Fall unabhängig von der Behandlungsdauer [Morr1996, 144-151]. Da jeder Verweiltag im Krankenhaus Kosten etwa für Versorgung und Grundpflege induziert, besteht auch weiterhin das Interesse, die Behandlung des Patienten so abzustimmen, dass seine Verweildauer im Krankenhaus minimal ist.

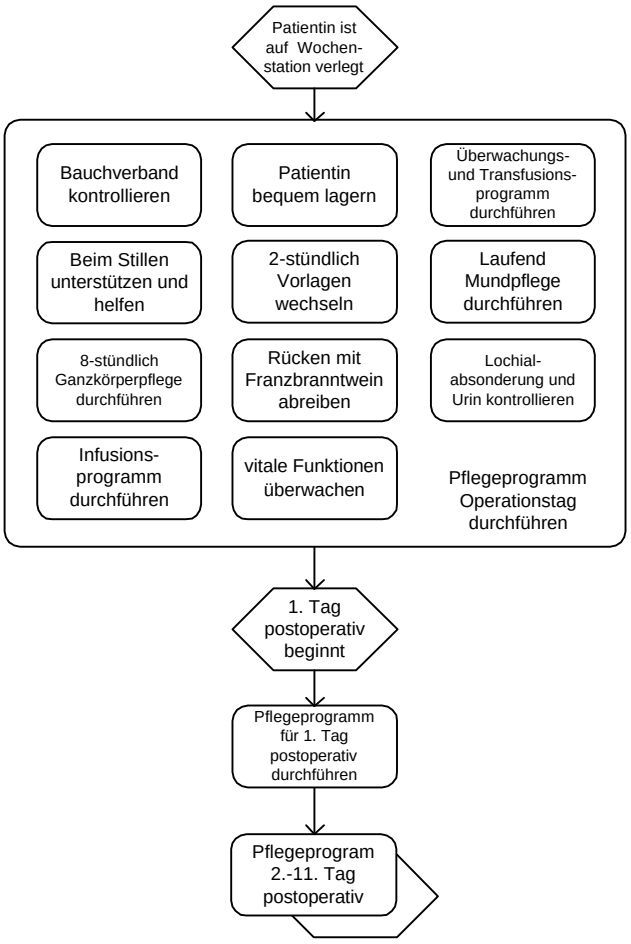


Bild 20 Fallspezifisches Pflegeprogramm nach Kaiserschnitt in EPK-ähnlicher Notation

Zur Illustration dessen sind in Bild 20 für den Operationstag bei einer Kaiserschnittentbindung innerhalb der abstrakteren Funktion „Pflegeprogramm Operationstag

durchführen“ die resultierenden Subfunktionen abgebildet. Diese Darstellungsweise dient nur der Verdeutlichung der Problematik und ist keinesfalls als EPK-konforme Abbildung zu verstehen.

4.3.2 Die objektorientierte Ereignisgesteuerte Prozesskette (oEPK)

Objekt- und Prozessorientierung gelten als derzeit wichtigste Modellierungskonzepte [NüZi1998, 24]. Die Unified Modeling Language (UML) stellt ein konsistentes System objektorientierter Modellierungsmethoden als Standard objektorientierter Analyse und Entwicklung dar [SiAl1998, 3-5]. Die hohe Implementierungsnähe der Methoden schränkt deren Einsatzmöglichkeit zur Darstellung von Ablauforganisationen und damit verbundener Fragestellungen jedoch erheblich ein [NüZi1998, 24]. Ein Lösungsbeitrag zur Modellierung krankenhauslogistischer Kreisläufe auf Fachkonzept-Abstraktionsebene ist unter diesen Umständen deshalb auch nicht von agentenorientierten Erweiterungen wie AUML [OdPa2000] zu erwarten.

Mit der *objektorientierten Ereignisgesteuerten Prozesskette (oEPK)* wird der Versuch unternommen, Vorzüge des objektorientierten und des prozessorientierten Paradigmas miteinander zu kombinieren [Sche1998b, 133]. Unter einem Geschäftsprozess wird in diesem Zusammenhang „die ereignisgesteuerte Bearbeitung und Interaktion von Geschäftsobjekten mit dem Ziel der Leistungserstellung“ [NüZi1998, 27] verstanden. Geschäftsobjekte sind dabei Instanziierungen von Objektklassen mit gekapselten Variablen und Methoden [NüZi1998, 28-30].

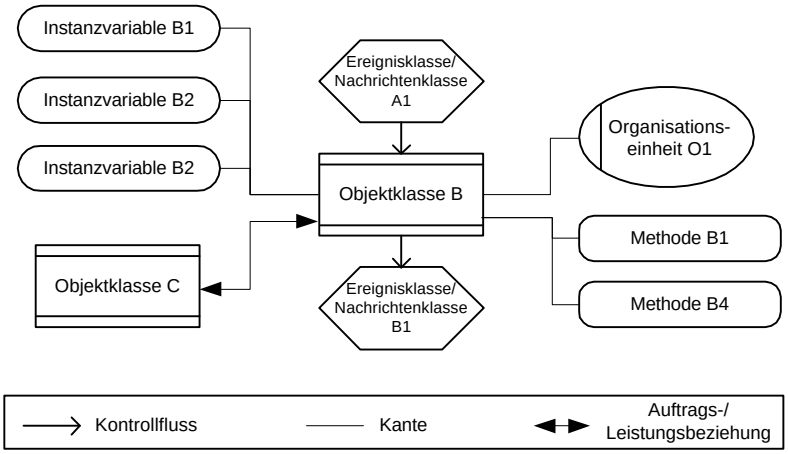


Bild 21 oEPK-Ressourcen [in Anlehnung an NüZi1998, 33-34; Sche1998b, 117]

Um einen Bezug zu Aufbau- und Ablaufsteuerung herzustellen, werden zusätzlich die für die Objektklassen verantwortlichen Organisationseinheiten benannt [NüZi199, 32]. Eine Übersicht über die oEPK-Ressourcen liefert Bild 21. Die Möglichkeit der Umwandlung einer oEPK in ein UML-Klassendiagramm eröffnet die Möglichkeit, UML auf implementierungsnahen Abstraktionsebenen zu nutzen.
Die Vorgehensweise bei der Entwicklung der oEPK zeigt damit einen Weg zur Verknüpfung von agenten- und prozessorientiertem Paradigma auf.
Die Ausführung der Methoden ist von Ereignissen und vom internen Zustand des Objekts abhängig, die Interaktion zwischen Geschäftsobjekten erfolgt über Nachrichten [NüZi1998, 28-30].

4.3.3 Bewertung des Lösungsbeitrags Ereignisgesteuerter Prozessketten

Domänenspezifische Anforderungen

Prozessorientierung ist in 2.1.2 als Kennzeichen der koordinations- und der flussorientierten Basisperspektive der Logistik genannt worden. Bezüglich der Abbildung von Koordination und Flussorientierung sind Ereignisgesteuerte Prozessketten jedoch nur bedingt einsetzbar. Krankenhauslogistik zeichnet sich durch Behandlungsschleifen aus; einzelne Funktionen oder ganze Prozesse sind mehrmals zu durchlaufen (z.B. tägliches Blutdruckmessen). Eine flussorientierte Darstellung erfordert die Abbildung dieser Schleifen, welche sich in Ereignisgesteuerten Prozessketten allerdings nur recht aufwendig modellieren lassen. Koordination ist nur interprozessual durch die Darstellung involvierter Organisationseinheiten und die implizite Darstellung eines Nachrichtenaustausches durch Ereignisse möglich. Die Modellierung von Zielkonflikten ist generell nicht möglich; Ressourcenkonflikte können allenfalls durch die beschriebene Erweiterung zur Auslastungsrechnung dargestellt werden.
Ereignisgesteuerte Prozessketten bilden prozessorientierte Aspekte der in Kapitel 3.1 definierten Anforderungen des krankenhauslogistischen Kontextes wie die Darstellung mehrerer relevanter Prozesssichten, des Behandlungsfortschritts oder der Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmter Ereignisse ab, jedoch werden nicht alle diesbezüglichen Anforderungen vollständig abgedeckt. Die Fokussierung auf einen Prozess schränkt die Darstellung von Prozessinterdependenzen zwar ein, dies kann aber durch die orthogonale Darstellung verschiedener Prozesssichten (im Beispiel die Sichten der Patientinnen und der Pflegekräfte) kompensiert werden. Die Ein-Prozess-Darstellung

der EPK kann allerdings der Erfordernis der Priorisierung zeitkritischer Prozesse nicht explizit Ausdruck verleihen.

Als Problem stellt sich auch dar, dass Ereignisgesteuerte Prozessketten in der vorliegenden Form durch die strikte Vorgabe von Entscheidungsregeln die lokale Autonomie der Handlungsträger nicht nur nicht unterstützen, sondern in ihrer Umsetzung gar behindern würden. Der fehlende Bezug einer EPK zum agenten-orientierten Paradigma verhindert auch eine Darstellung der Zielbündel der Akteure und der Erfolgsabhängigkeiten zwischen den Akteuren.

Ergänzende Anforderungen

Bei der Entwicklung der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung sind Ereignis-gesteuerte Prozessketten von *Rosemann* als Referenzmethode gewählt worden [Rose1996, 85-152]. Die aus den GoM abgeleiteten Anforderungen für das Modellierungsproblem werden auf der Metaabstraktionsebene vollständig erfüllt.

Betrachtungsgegenstand	Resultierende Abbildungsanforderungen	Eignung
Krankenhauslogistik (allgemein)	Koordination	bedingt
	logistische Kreisläufe (Flussorientierung)	bedingt
Vernetzung	Prozessinterdependenzen	+
	(mehrere) relevante Prozesssichten	+
	Ressourcenkonflikte	bedingt
	Zielkonflikte	-
lokale Autonomie	Abhä ngigkeiten zwischen Akteuren	-
	Zielbündel der Akteure	-
Dynamik	Wahrscheinlichkeiten	+
	Behandlungsfortschritt	+
	Priorisierung zeitkritischer Prozesse	bedingt

GoM-Grundsatz	Umsetzung bei Wahl der Modellierungsmethode	Eignung
Klarheit	graphische Modellierungsmethode	+
	strukturierte Anordnung	+
Wirtschaftlichkeit	Übertragbarkeit der Modellierungsmethode	+
Vergleichbarkeit	Übernahme von Gestaltungsrichtlinien	+

Tabelle 9 Übersicht Eignung Ereignisgesteuerter Prozessketten

Die graphisch visualisierte EPK zeichnet sich durch eine besonders strukturierte Anordnung aus. Gestaltungsrichtlinien für EPK sind im Rahmen des GoM-Projektes entwickelt worden und ihrerseits Referenz für andere Modellierungsmethoden. Die

breite Einsatzfähigkeit Ereignisgesteuerter Prozessketten wird durch die Literatur hinreichend belegt [z.B. Stau1999; Rump1999].

Fazit

Obwohl die Ereignisgesteuerten Prozessketten in der vorliegenden Form nicht uneingeschränkt zur für die Modellierung krankenhauslogistischer Prozesse mit agentenorientierter Herangehensweise geeignet sind, ist die Modellierungsmethode insbesondere durch die hohe GoM-Konformität als Ausgangspunkt für eine problem-spezifische Erweiterung geeignet.

Das Beispiel der objektorientierten Ereignisgesteuerten Prozesskette (oEPK) [NüZi1998, 33], zeigt einen Weg zur Kombination der Vorteile der Prozessorientierung mit denen des objektorientierten Paradigmas auf. Obwohl der oEPK-Ansatz keinen direkten Lösungsbeitrag für eine agentenorientierte Modellierung erbringen kann, liefert er jedoch Anhaltspunkte für den möglichen Nutzen einer problemorientierten Erweiterung der bisher nicht befriedigenden Darstellungsmöglichkeiten Ereignis-gesteuerter Prozessketten.

5 aARIS als agentenorientierte Adaption der Architektur integrierter Informationssysteme

Die in Kapitel 4 untersuchten Modellierungsmethoden können zwar große Teile der in Kapitel 3 abgeleiteten domänenspezifischen und ergänzenden Anforderungen abbilden, weisen aber Lücken auf, die eine entsprechende Anpassung erfordern. Aus den Ergebnissen wird ebenfalls deutlich, dass keine Modellierungsmethode dergestalt erweitert werden kann, dass sie in nur einer Sicht alle modellrelevanten Zusammenhänge abbilden könnte (vgl. 4.2.3 und 4.3.3; zur Komplexitätsreduktion durch Sichten siehe auch 2.2.2 und 3.2).

Der Grundsatz des systematischen Aufbaus fordert bei der Verwendung mehrerer Modellierungsmethoden ein methodenübergreifendes Metamodell zur Integration der verschiedenen Sichten [Rose1996, 103-104], das hier als Meta*-Modell bezeichnet werden soll (vgl. 2.2.2). Deshalb ist es zunächst notwendig, ausgehend vom allgemeinen Geschäftsprozessmodell des ARIS-Konzeptes ein derartiges Meta*-Modell für ein *aARIS* genanntes Framework zu entwickeln. Diese ***a****gentenorientierte Adaption der* ***AR****chitektur integrierter* ***I****nformations****S****ysteme* und ihre Zerlegung in Sichten soll in 5.1 auf Meta*-Ebene methodenunabhängig dargestellt werden.

Für die Modellierungssichten soll anschließend, ausgehend von den in Kapitel 4 dargestellten Modellierungsmethoden, je eine Erweiterung abgeleitet werden, die eine umfassende Umsetzung aller zur Lösung der Modellierungsproblematik identifizierten Anforderungen auf Fachkonzeptebene (vgl. 4.1.1) sicherstellt:

- Das *erweiterte Strategic-Dependency-Modell (xSDM)* wird in 5.2. als Methode zur Darstellung der Beziehungssicht vorgestellt.
- Das *erweiterte Strategic-Rationale-Modell (xSRM)* soll die Ziel-Aktivitäts-Sicht des aARIS-Konzeptes modellieren und wird in 5.3 erarbeitet.
- Zur Darstellung der Prozesssicht wird schließlich in 5.4. aus der Ereignis-gesteuerten Prozesskette die *agentenorientiert erweiterten Ereignisgesteuerte Prozesskette (xEPK)* entwickelt.

Eine Gesamtbewertung des aARIS-Konzeptes und der dafür entwickelten Modellierungsmethoden wird abschließend in Abschnitt 5.5 vorgenommen.

5.1 Das aARIS-Konzept

5.1.1 Das allgemeine aARIS-Geschäftsprozessmodell

Bild 22 zeigt das aus dem ARIS-Geschäftsprozessmodell entwickelte Meta*-Modell des aARIS-Frameworks. Dabei sind folgende wesentlichen Unterschiede auszumachen, die im folgenden näher erläutert werden sollen:

- Akteure sind zentraler Betrachtungsgegenstand.
- Die hierarchische Zerlegung ihrer Ziele führt schließlich zu Funktionen, die in Prozesse eingeordnet werden können.
- Der Leistungsbegriff wird ausgeweitet auf jedes Verhalten, das die Zielerreichung eines anderen Akteurs positiv beeinflusst.

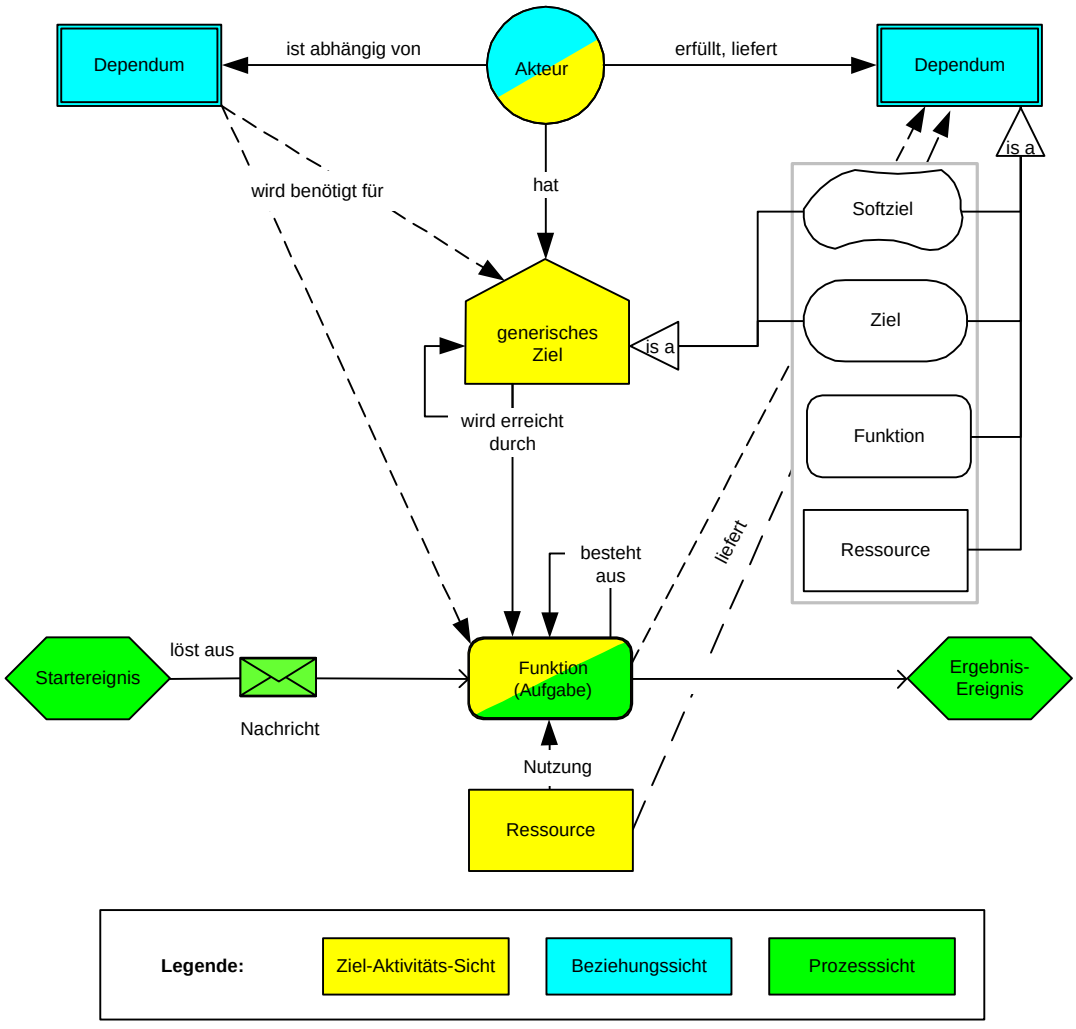


Bild 22 Das aARIS-Geschäftsprozessmodell und seine Zerlegung in Sichten

Akteure als zentraler Betrachtungsgegenstand

Das allgemeine ARIS-Geschäftsprozessmodell (vgl. Bild 10) stellt Prozesse (und dabei insbesondere Funktionen) in den Mittelpunkt der Darstellung und betrachtet andere Objekttypen nur in ihrem Beitrag zur Funktionsausführung.
Die agentenorientierte Sichtweise bricht mit dieser Verabsolutierung des Prozesses und begreift Prozesse als Mittel zur Erreichung von Zielen einzelner Akteure, die sowohl aus einem Bündel von Unternehmenszielen abgeleitet werden können (z.B. „rasche Gesundung der Patienten“), als auch überwiegend privater Natur sein können (z.B. „abgestimmte Einsatzplanung“). Die Vorstellung vom zielbezogen handelnden Softwareagenten (vgl. 3.3.1) führt dabei zur Subsumtion sowohl menschlicher als auch künstlicher Intelligenz unter dem Begriff des Akteurs.

Ziele, Aufgaben und Funktionen

Ziele können in Subziele und Teilaufgaben zerlegt werden und münden letztendlich in Funktionen, zu deren Ausführung Ressourcen oder Aktivitäten anderer Akteure erforderlich sind. Für eine konsistente Begriffbezeichnung innerhalb von aARIS soll an dieser Stelle die Terminologie von ARIS und i* zusammengeführt werden.
Softziele, Ziele und Aufgaben induzieren im i*-Kontext Aktivitäten des Akteurs. Der qualitative Unterschied besteht dabei im Umfang der Spezifizierung dieser Aktivitäten durch den Depender (vgl. 4.2.2). (Soft-)Ziele bieten die Freiheit, aus mehreren alternativen Handlungsmöglichkeiten auswählen zu können. Aufgaben beschreiben, wie etwas zu tun ist, sind also mit genau einer Aktivitätsfolge verknüpft [YuMy1994b, 4].
In ARIS beschreiben Funktionen die Transformation eines Inputs in einen Output (vgl. 4.1.2), folglich Aktivitäten, die durch Ziele gesteuert werden [Sche1998a, 36]. Auf eine Unterscheidung zwischen Aufgaben und induzierter Funktion soll wegen der Eindeutigkeit der Zuordnungsbeziehung unter Verweis auf den Modellierungsgrundsatz der Relevanz verzichtet werden. Die Begriffe Aufgabe, Funktion und Aktivität werden in aARIS deshalb synonym verwendet. Als Symbol wird ein Rechteck mit abgerundeten Ecken verwendet.
Da *Scheer* den Zielbegriff bei ARIS nicht weiter spezifiziert, sollen in Anlehnung an *Hill/Fehlbaum/Ulrich* Ziele allgemein als Beschreibung angestrebter Zustände verstanden werden [HiFe1994, 141].

Unter Zugrundelegung dieser Zieldefinition können die Begriffe Softziel und (hartes) Ziel aus dem Kontext des i*-Frameworks (vgl. auch 4.2.1) anhand ihrer Zustandsmenge differenziert werden. Ziele im i*-Kontext besitzen nur zwei Zielerreichungszustände („erreicht“ und „nicht erreicht“). Über die Zuordnungsfunktion besteht ein Konsens aller Beteiligten [YuMy1994a, 2]. Es handelt sich somit um eine Präzisierung der Softziele, deren Zielerreichung nur graduell beschrieben werden kann und bei denen unterschiedliche Auffassungen über die Zielerreichung bestehen können [YuMy1994a, 3].

Ziele lassen sich in Aufgaben zerlegen, wenn sie hinreichend genau beschreiben, was zu erreichen ist, um darauf aufsetzend beschreiben zu können, was zu tun ist. Bei der Zerlegung von Zielen können Teilziele zwischenzeitlich allerdings wieder den Charakter von Softzielen haben (Das Ziel „Patient kommt zu nächsten Behandlung wieder ins Krankenhaus XY“ wäre so beispielsweise in „umfassende Pflege“ usw. zu zerlegen.). In diesem Fall eine weitere Detaillierung erforderlich.

Die Prozessorientierung der Krankenhauslogistik erfordert die Ableitung von Prozessen aus den Zielbündeln der Akteure. Im Simulationskontext werden Prozesse als Abfolge von Ereignissen und Funktionen verstanden [HeBr1999, 397]. Es ist deshalb sinnvoll, die Freiheitsgrade der i*-Modellierung in aARIS dahingehend einzuschränken, dass aus Softzielen und Zielen letztendlich Funktionen abgeleitet werden und eine Dekomposition von Funktionen in Ziele nicht möglich ist. Die autonome Auswahl alternativer Funktionen zur Zielerreichung durch den Akteur wird damit nicht eingeschränkt. Die Entscheidung, wie detailliert eine Zielhierarchie sein muss und ob Funktionen abgeleitet werden, ist unter Berücksichtigung der Relevanz des darzustellenden Sachverhalts für die Systembeschreibung zu treffen.

Dependa als Leistungen der Akteure

Eine Gesellschaft von Akteuren definiert sich durch ein Netzwerk von Erfolgs-abhängigkeiten. Der ARIS-Leistungsbegriff ist demzufolge dahingehend auszuweiten, dass Leistungen neben dem Überlassen von Ressourcen und dem Ausführen bestimmter Tätigkeiten auch in einem zielkonformen Verhalten bestehen können. Das geforderte Verhalten ist gemäß der vorstehend vorgenommenen Überlegungen beim Dependee allerdings von der Ziel- auf die auf Funktionsebene herunterzubrechen.

5.1.2 Die Sichtenzerlegung in aARIS

Ausgehend von den Sichten des ARIS-Hauses (Bild 11) und den in 5.1.1 vorgenommenen Überlegungen erscheint es sinnvoll, eine Zerlegung in drei Sichten vorzunehmen:

- Die *Beziehungssicht* beschreibt die Erfolgsabhängigkeit der Akteure untereinander und das dadurch entstehende Beziehungsnetzwerk.
- Die *Ziel-Aktivitäts-Sicht* leitet aus den Zielen der Akteure auszuführende Funktionen ab. (Aus den in der Beziehungssicht dargestellten Abhängigkeiten kann sich auch eine Ableitung von Funktionen für die Zielerreichung Dritter gegen eine entsprechende Gegenleistung ergeben.)
- Die *Prozesssicht* stellt die dynamische, ereignisgesteuerte Abfolge der in der Ziel-Aktivitäts-Sicht abgeleiteten Funktionen dar. Dabei wird auf einen Betrachtungsgegenstand fokussiert (z.B. Behandlungsfall, Tagesablauf). Demzufolge sind mehrere Teil-Prozesssichten zu unterscheiden, die erst in ihrer Gesamtheit ein vollständiges Bild der Vernetzung der Prozesse ergeben.

Eine Darstellung der Sichten und ihrer Beziehungen untereinander liefert das aARIS-Zelt (Bild 23).

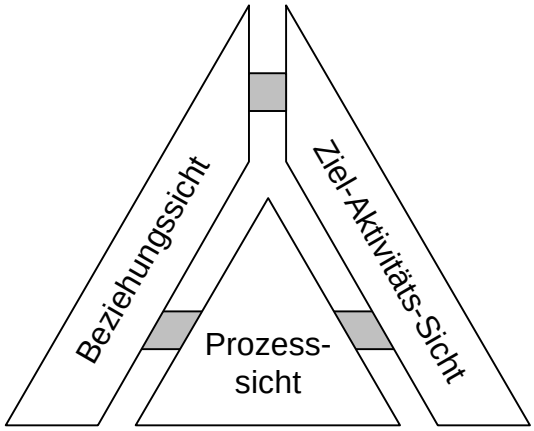


Bild 23 Das aARIS-Zelt

Die Integration der einzelnen Sichten wird durch Überlappung erreicht (vgl. auch 2.2.2). Die Dependa der Beziehungssicht korrespondieren mit den Erfolgsbausteinen der Ziel-Aktivitäts-Sicht und den in der Prozesssicht benötigten Ressourcen. Die in der Ziel-Aktivitäts-Sicht abgeleiteten Funktionen korrespondieren mit den Funktionen der Prozesssicht.

Konsistente Gesamtmodelle können folglich nur entstehen, wenn diese Überlappungsobjekte in allen relevanten Sichten abgebildet und einheitlich bezeichnet werden.

ARIS-Sichten und das aARIS-Sichtenkonzept

Die Entwicklung von aARIS als problemorientierte Erweiterung des ARIS-Konzeptes führt zu Analogien in der Sichtenzerlegung (siehe Bild 24).

Von einer Datensicht kann in aARIS mit der Begründung abstrahiert werden, dass Daten Informationsressourcen sind. Ressourcen sind jedoch nicht frei verfügbar, sondern Akteuren zugeordnet. (Dies könnte beispielsweise ein intelligenter Softwareagent „Krankenhausinformationssystem“ sein, der die Datenhaltung autonom organisiert und anderen Akteuren im Krankenhaus Datensätze zum Zwecke der Maximierung seines eigenen Zielerreichungsgrades zur Verfügung stellt.) Das i*-Framework wird von *Yu* darüber hinaus als Mittel zur Actor-Relationship-Modellierung anstelle der Entity-Relationship-Modellierung verstanden [YuMy1994b, 16]. Da in diesem Punkt die i*-Philosophie übernommen wird, treten auch in aARIS Akteure an die Stelle von Entitäten. Ihr Verhalten wird durch die Beziehungssicht (extern) und die Ziel-Aktivitäts-Sicht (intern) umfassend beschrieben.

Der erweiterte Leistungsbegriff von aARIS versteht Leistung als die „Lieferung“ eines Dependums an einen Depender. Was eine Leistung ist, ergibt sich somit erst aus einer Erfolgsabhängigkeit zwischen zwei Akteuren. Eine separate Leistungssicht in aARIS erscheint deshalb nicht sinnvoll.

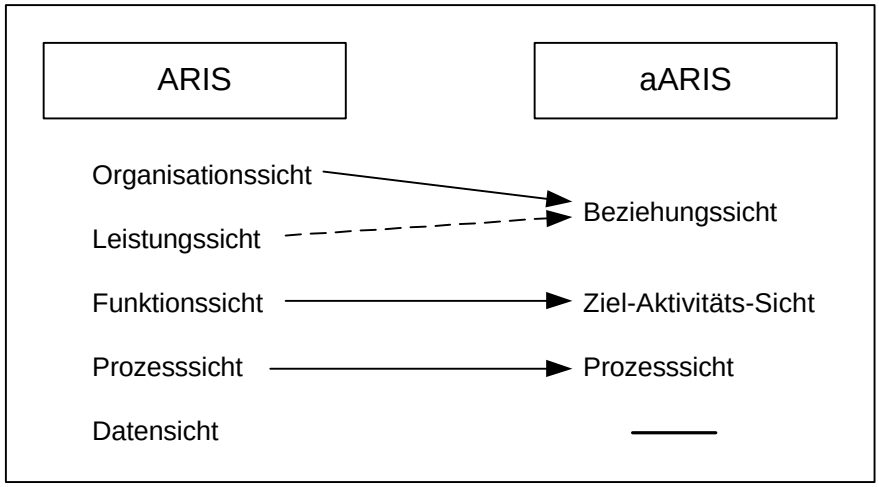


Bild 24 Analogien zwischen den Sichten in ARIS und aARIS

5.2 Erweiterte Strategic-Dependency-Modelle

Erweiterte Strategic-Dependency-Modelle (xSDM) unterscheiden sich von den in i* verwendeten Strategic-Dependency-Modellen (SDM) nur durch Änderungen in drei Teilbereichen:

- eine Anpassung der Syntax zur Harmonisierung innerhalb der aARIS-Methoden,
- geringfügige Änderungen der Akteurdarstellung und
- die Darstellung unterschiedlicher Einflussmöglichkeiten auf den Dependee.

Ansonsten wird das in 4.2.1 vorgestellte Konzept übernommen. Die visuelle Darstellung soll auch hier zur Abgrenzung vom umfassenderen Modellbegriff (vgl. 2.2.2) *erweitertes Strategic-Dependency-Diagramm (xSDD)* genannt werden. Das xSDD in Bild 26 baut dabei auf Bild 13 (Abhängigkeiten) und Bild 15 (Verfeinerung der Akteure) auf.

Harmonisierung der Syntax

Das im SDD zur Darstellung von Aufgaben verwendete Sechseck ist in aARIS für die Symbolisierung von Ereignissen reserviert. Die im Modellierungskontext vorgenommene Gleichsetzung von Aufgaben und Funktionen hat die Übernahme des ARIS-Funktionssymbols (abgerundetes Rechteck) nahegelegt (vgl. auch 5.1.1).

Darstellung der Akteure

Tests zur Darstellung von SD-Diagrammen mit nicht in die Problematik involvierten Personen haben ergeben, dass die Befragten die Netzstruktur als übersichtlicher bewerten, als alternativ entwickelte Darstellungsformen. Es wurde eine Darstellung präferiert, in der die Akteure zur Unterscheidung von den Dependa grau hinterlegt sind. Ohne daraus allgemeinverbindliche Schlüsse ziehen zu wollen, wird diese Darstellungsform für xSD-Diagramme übernommen (vgl. Bild 26).

Die Zuordnungsbeziehungen zwischen den Konkretisierungen des abstrakten Akteurs sind größtenteils eineindeutig: Agenten spielen Rollen, Agenten besetzen Positionen und Positionen decken Rollen ab. Die im SDD verwendeten Schlüsselwörter zur Beschreibung der Zuordnungsfunktion sind somit redundant und werden im xSDD nicht dargestellt. Lediglich zur Unterscheidung, ob Agenten Spezialisierungen

(Schlüsselwort: ISA) oder Instanzen (INS) anderer Agenten sind, werden Zusatzinformationen benötigt. Es soll hier ins Ermessen des Anwenders gestellt werden, ob die benötigte Information durch Schlüsselwörter und/oder durch eine kleinere Darstellung instanziierter Agenten (vgl. Bild 15) gegeben wird.

Lieferwahrscheinlichkeiten für Dependa

Der Grad der Einflussmöglichkeiten auf den Dependee beeinflusst die Wahrscheinlichkeit, ob dieser dem Depender das benötigte Dependum liefert. In 4.2.1 wurde bereits festgestellt, dass im SDD eine Darstellung graduell verschiedener Abhängigkeiten nicht möglich ist. Es erscheint deshalb sinnvoll, im xSDD eine entsprechende Symbolik bereitzustellen. Eine Übersicht liefert Bild 25.

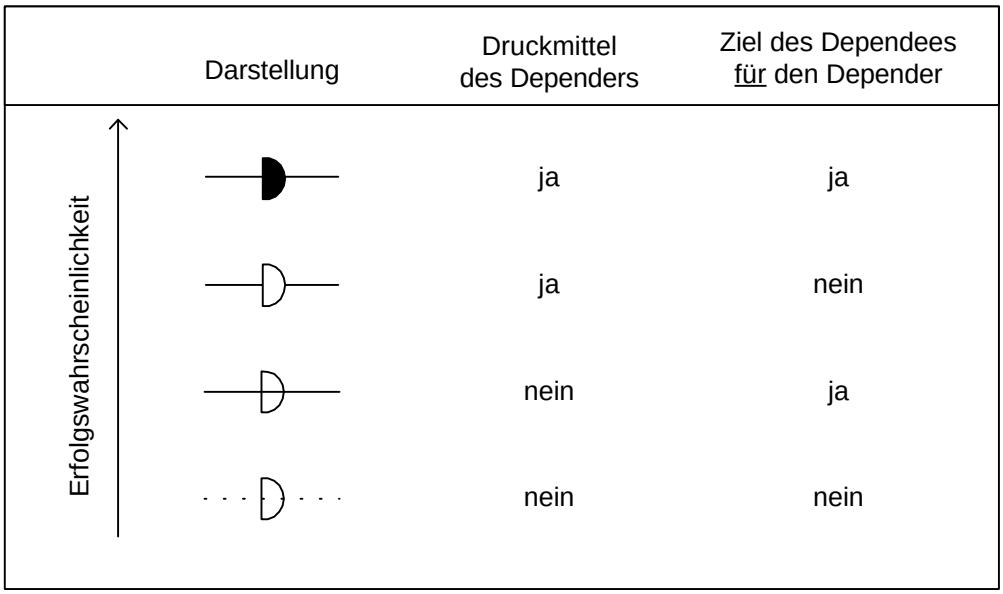


Bild 25 Darstellung unterschiedlicher Einflussmöglichkeiten auf den Dependee im erweiterten Strategic-Rationale-Diagramm

Ausgangspunkt soll dabei eine Abhängigkeit sein, bei der dem Depender mittel- oder unmittelbare Druckmittel (in Form zu liefernder Dependa) zur Verfügung stehen, um vom Dependee das gewünschte Verhalten zu erzwingen (weißer Halbkreis).

Die Lieferwahrscheinlichkeit steigt, wenn der Dependee gleichzeitig das entsprechende Ziel für den Depender hat (schwarzer Halbkreis). Dies wird in Bild 26 exemplarisch für das Softziel „rasche Genesung“ zwischen Patientin und Krankenschwester modelliert.

Der Depender hat keine Möglichkeit, aktiv die Lieferung des Dependums zu beeinflussen, wenn er auf ein entsprechendes Ziel des Dependees angewiesen ist (weißer Halbkreis mit durchgezogener Linie).

Erfolgsabhängigkeiten, bei denen weder der Depender über Druckmittel verfügt noch der Dependee ein eigenes Lieferinteresse hat (weißer Halbkreis mit gestrichelter Linie), kennzeichnen Abhängigkeitsverhältnisse mit geringer Lieferwahrscheinlichkeit und damit im Rahmen einer Neugestaltung zu eliminierende Beziehungen.

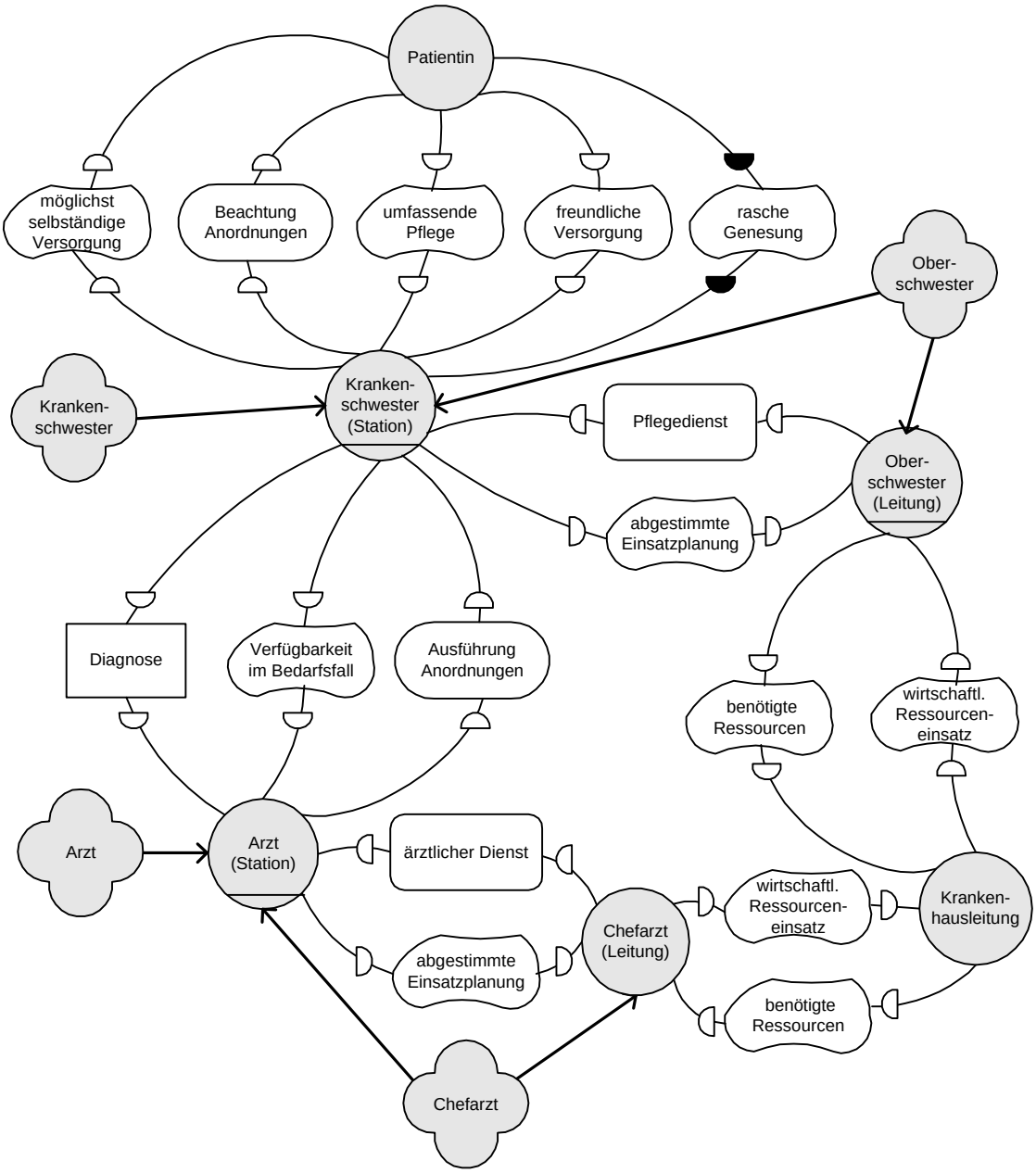


Bild 26 xSDD der Akteure des Testszenarios

5.3 Erweiterte Strategic-Rationale-Modelle

Ausgehend vom Strategic-Rationale-Modell wird im folgenden das *erweiterte Strategic-Rationale-Modell (xSRM)* entwickelt. Die graphische Darstellung soll in Analogie zur bisherigen Begriffsverwendung *erweitertes Strategic-Rationale-Diagramm (xSRD)* genannt werden. Die Strukturierung des xSRD soll gegenüber dem SDD durch eine Anlehnung an die für die Darstellung der ARIS-Funktionssicht verwendeten Funktionsbäume [z.B. Sche1993, 95-96] verbessert werden. Eine Anpassung der SRD-Syntax wurde zur Harmonisierung der Symbole vorgenommen (vgl. 5.1.1 und 5.2).

Darüber hinaus wurden für die Modellierung folgende aus den Untersuchungen in 4.2.2 resultierende Anpassungen vorgenommen:

- Die Zerlegung von Aufgaben und Zielen wird auf den Prozessgedanken hin ausgerichtet.
- Die Ziel- und Aufgabenzerlegung kann von Dependa abhängig sein.

Zur Illustration stellt das xSRD in Bild 27 denselben Sachverhalt dar, wie das SR-Diagramm in Bild 17.

Prozessorientierte Zerlegung von Aufgaben und Zielen

Während die Aufgabendekomposition zwingend eine UND-Beziehung ist, bei der die Aufgabe als Summe von Teilaufgaben abgebildet wird, können Mittel-Zweck-Relationen dergestalt auftreten, dass entweder die Zielerreichung durch jedes einzelne Mittel erzielt werden kann oder mehrere Mittel nur gemeinsam einen Lösungsbeitrag erbringen können (vgl. auch Bild 16).

Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus sind allerdings nur UND-Verknüpfungen und XOR-Verknüpfungen sinnvoll. Zur Unterscheidung von der in xSR-Diagrammen standardmäßigen UND-Verknüpfung soll ein XOR-Dekompositionsoperator eingeführt werden (vgl. z.B. Bild 27). Eine ODER-Verknüpfung bezüglich zweier Mittel würde bedeuten, dass das Ziel durch Mittel A, Mittel B oder beide Mittel zusammen verwirklicht werden kann. Jedes Mittel (ob wiederum Ziel oder Aufgabe) induziert Aktivitäten (vgl. 5.1.1) und verursacht folglich Kosten. Es ist somit ineffizient, zwei Mittel anzuwenden, wenn bereits ein Mittel zum gewünschten Erfolg führt.

Aus der prozessorientierten Ziel- und Aufgabenzerlegung ergeben sich zwei weitere Forderungen an die xSR-Modellierung:

- Prozessrelevante Argumentationsketten müssen mit einer Zerlegung in Funktionen enden, die ihrerseits konsistent in der Prozesssicht abzubilden sind.
- Querverbindungen sind nur auszuweisen, wenn sie für das Modellverhalten relevant sind. (Das Ziel „Freundlichkeit“ beeinflusst auch das Softziel „hotelmäßige Versorgung“. Da die Pflege allerdings beim Krankenhausaufenthalt im Vordergrund steht, hat diese Querverbindung keine Auswirkung auf das Verhalten des Akteurs Krankenschwester und wird im Gegensatz zum SRD (Bild 17) nicht modelliert.)

Dependa-abhängige Ziel- und Aufgabenableitung

Bei der Vorstellung des SR-Modells wurde als Defizit herausgestellt, dass die durch das Ableiten von Funktionen und Zielen und Subzielen entstehenden Argumentationsketten der Akteure statisch sind, also nicht an äußere Bedingungen angepasst werden können (vgl. 4.2.2). Als Beispiel wurde angeführt, dass die Zerlegung des Ziels „fallspezifische Pflege“ der Krankenschwester von der Diagnose des Arztes abhängig ist. Diese Modellierungsschwäche wird durch die Einführung abhängiger Dekompositionen im xSRM behoben.

Die diesbezüglich im xSRM vorgenommene Modellerweiterung wird im xSRD durch eine Verbindung des XOR-Dekompositionsoperators mit dem zerlegungsrelevanten Dependum dargestellt (Bild 27). Der Ausweis von Wahrscheinlichkeiten dient dabei nicht nur der Vorbereitung der Prozessdarstellung, sondern auch der Identifikation strategisch relevanter Dekompositionen, die bis auf Funktionsebene heruntergebrochen und in der Prozesssicht dargestellt werden müssen. Im vorliegenden Beispiel der fallspezifischen Pflege würde sich aus dem vergleichsweise hohen Anteil an Fällen für die Pflegeprogramme bei normaler Entbindung und bei Kaiserschnitt die Notwendigkeit einer detaillierten Darstellung ergeben; für Fälle geringer Häufigkeit kann hingegen die Bildung von Fallgruppen sinnvoll sein.

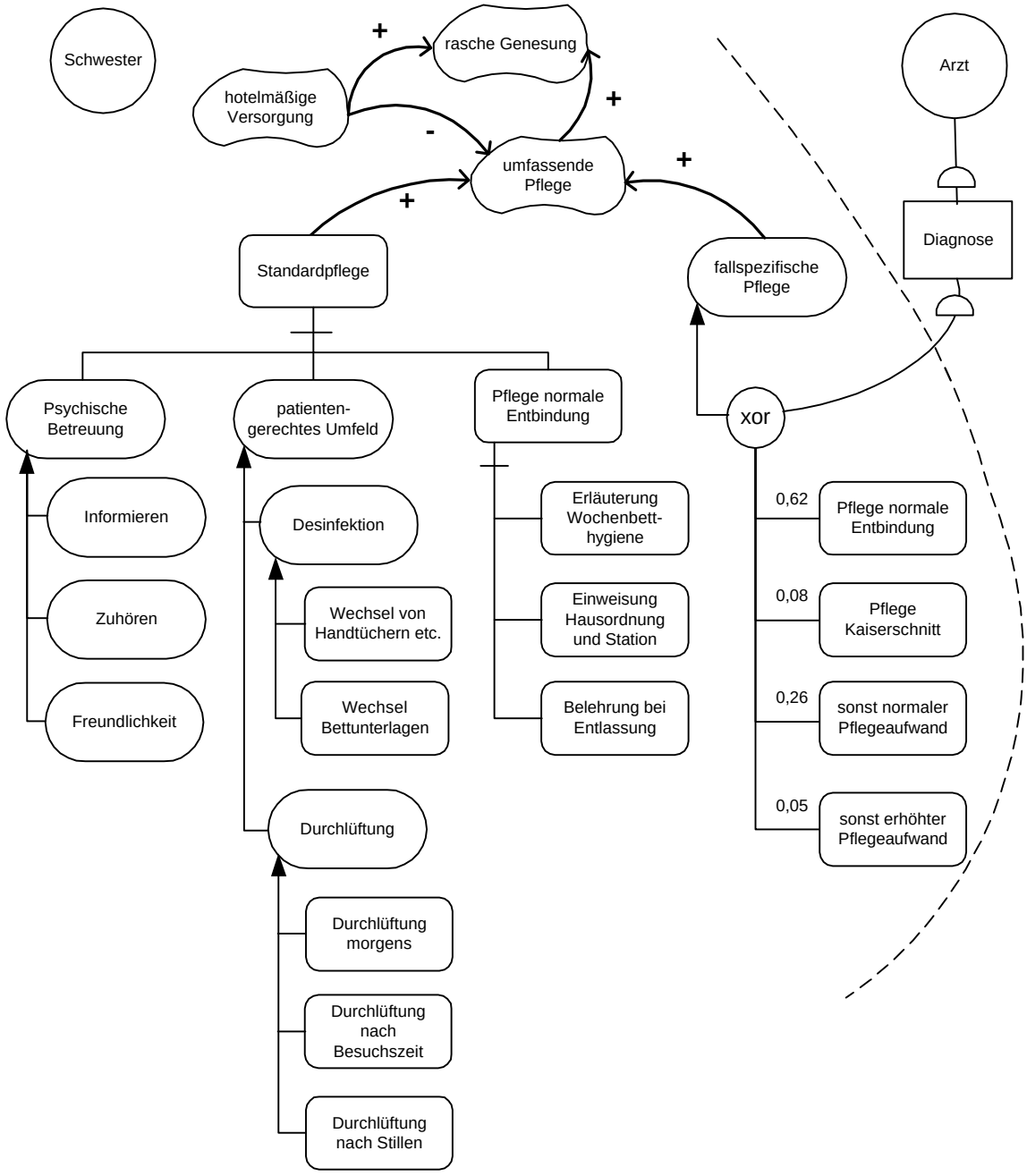


Bild 27 xSRD einer Krankenschwester des Testszenarios

5.4 Agentenorientiert erweiterte Ereignisgesteuerte Prozessketten

Ausgehend von den in 4.3 erarbeiteten Ergebnissen soll aus der Ereignisgesteuerten Prozesskette (EPK) im folgenden die *agentenorientiert erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette (xEPK)* entwickelt werden. Wesentliche Darstellungsmöglichkeiten werden dabei am Beispiel des Testszenarios erläutert, wobei die Darstellungen mit den entsprechenden Abbildungen in Kapitel 4 korrespondieren.

Ausgehend von der Darstellung syntaktischer Verknüpfungen in Bild 28 werden im folgenden das Konzept der Aggregation von Funktionsklassen (5.4.1), die Modellierung von Schleifen (5.4.2), die Klassifikation von Funktionen und Methoden (5.4.3) und das Konzept korrespondierender Ereignisse (5.4.4) erläutert.

Abschnitt 5.4.5 enthält zur Verdeutlichung der Modellierungsmöglichkeiten ausgewählte Beispiele aus der Modellierung des Testszenarios. Abschließend wird in 5.4.6 der Umgang mit Notfallprozessen diskutiert

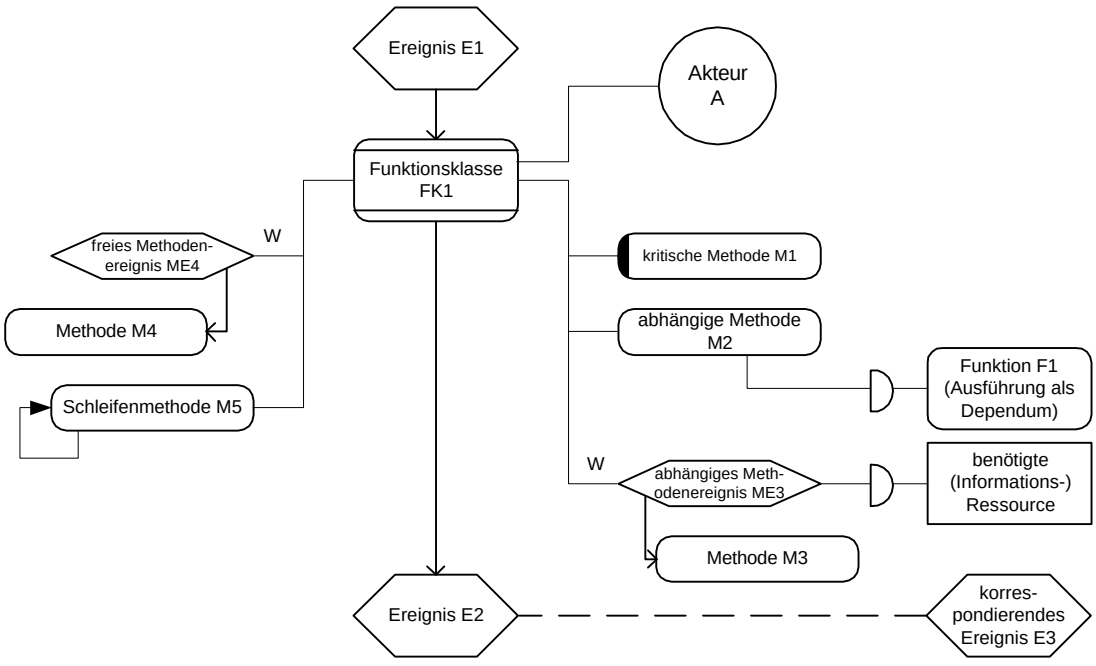


Bild 28 Syntax einer xEPK

5.4.1 Aggregation von Funktionsklassen

Wie bereits in 4.3.1 konstatiert wurde, stehen in der Domäne Krankenhaus eine Fülle von Funktionen dergestalt miteinander in Beziehung, dass sie innerhalb eines Zeit-

rahmens (z.B. Behandlungstag, Zeitfenster im Tagesablauf des Pflegedienstes) ausgeführt werden müssen, ohne dass ihre Bearbeitungsreihenfolge determiniert ist.
Die Bedeutung der Zeitrahmen im Krankenhaus (z.B. Behandlungstag für die fallpauschale Leistungsabrechung und Pflegedienst-Zeitfenster für die Auslastung der Krankenschwestern) lässt es deshalb sinnvoll erscheinen, alle Funktionen eines Zeitrahmens in einer Funktionsklasse zu aggregieren.

Methoden

Diese Funktionen werden damit zu *Methoden* einer Funktionsklasse (Klassenfunktionen) und durch ein abgerundetes Rechteck dargestellt, das durch unterschiedliche Proportionen von nicht aggregierten (freien) Funktionen zu unterscheiden ist (Bild 28).
Im Regelfall kann das Startereignis einer Methode wegen der Irrelevanz der Abarbeitungsreihenfolge nicht spezifiziert werden. Das Endereignis ist zumeist trivial („Methode ist ausgeführt“). In diesen Fällen kann auf die Ereignisdarstellung ohne Informationsverlust verzichtet werden. Innerhalb einer Funktionsklasse wird deshalb der Übersichtlichkeit halber mit der strengen bipartiden Folge von Ereignissen und Funktionen gebrochen.

Methodenketten

Ist die sequentielle Ausführung von Methoden erforderlich, entstehen *Methodenketten*. Das Endereignis der Vorgängermethode ist dabei zugleich Startereignis der Nachfolgermethode. Auch hier wird auf eine Ereignisdarstellung verzichtet, wenn das Ereignis trivial ist.
Methodenketten sind dann erforderlich, wenn an sich verschiedene Funktionen (nur) im Kontext des betrachteten Zeitrahmens zusammengehören. Am Operationstag der Kaiserschnittentbindung (Bild 29) gehören so beispielsweise die Ganzkörperpflege und das Abreiben des Rückens mit Franzbranntwein zusammen. Dies muss jedoch nicht für alle Behandlungsfälle gelten, bei denen eine Ganzkörperpflege erforderlich ist.

Methodenereignisse

Die Darstellung von *Methodenereignissen* ist dann erforderlich, wenn ein Ereignis induziert, ob eine Methode ausgeführt wird oder welche Methode auszuführen ist und mit welcher Wahrscheinlichkeit (W) dies geschieht. Am Tag einer Kaiserschnittentbindung kommt es beispielsweise mit einer bestimmten (hier zu Illustrationszwecken angenommenen) Wahrscheinlichkeit nicht zum spontanen Wasserlassen der Patientinnen. In diesem Fall ist eine Blasenentleerung durch Katheter erforderlich (Bild 29).
Zusätzlich zur Häufigkeit des Schleifendurchlaufs kann die zusätzliche Angabe von mittlerer Dauer und Varianz für die Nutzung des Modells, etwa zur Fallkosten- und Auslastungsrechnung (vgl. 4.3.1), aber auch als Ausgangspunkt für eine Multiagentensimulation sinnvoll sein.

Funktionsklassen als Methoden anderer Funktionsklassen

Die Modellierung komplizierter Sachverhalte kann durch die Einbindung von Funktionsklassen als Methoden einer übergeordneten Funktionsklasse geschehen.
In Bild 30 werden so die Abführmaßnahmen für den 3. Tag nach der Kaiserschnittentbindung beschrieben: Wenn das Abführen nicht durch eine morgendliche Gabe von Sorbitgranulat zu erreichen ist, wird mittags ein Einlauf vorgenommen. Diese Abführmaßnahmen können jedoch nicht abstrakt als Methode dargestellt und auf andere Fälle übertragen werden, weil beispielsweise bei Patientinnen mit einem Dammriss 3. Grades (zur Erläuterung siehe Anhang C) zum Abführen keinesfalls ein Einlauf vorgenommen werden darf.

5.4.2 Modellierung von Schleifen

Bearbeitungsschleifen sind ein zentrales Phänomen in der Domäne Krankenhaus. Pflegekräfte führen Funktionen an mehreren Patienten aus (vgl. z.B. Bild 31). Anderseits sind Funktionen am Patienten mehrmals oder ständig durchzuführen. Als Beispiele seien hier die ständige Überwachung der vitalen Funktionen oder der 2-stündliche Wechsel von Vorlagen am Tag der Kaiserschnittentbindung genannt (vgl. Bild 29).

Schleifenmethoden werden durch einen auf sich verweisenden ausgefüllten Pfeil gekennzeichnet, an dem Anzahl oder Intervall des Schleifendurchlaufes dargestellt werden. Es ist auch möglich, dass Methodenketten in Schleifen ausgeführt werden. In diesem Fall verweist der Pfeil von letzten zur ersten Methode der Kette.

Schleifenmethoden mit Methodenereignissen

Bei Methoden, die durch ein Methodenereignis ausgelöst werden, sind zwei Fälle der Schleifenbildung zu unterscheiden.
In Variante a wird bei Eintreten des Ereignisses die Methode mehrfach ausgeführt, ohne zwischenzeitlich den Fortbestand des Ereignisses zu kontrollieren. Die Gabe von Antibiotika hat beispielsweise zur Vermeidung von Resistenzen auch dann über einen bestimmten Zeitraum zu erfolgen, wenn bereits während dieses Zeitraums keine Beschwerden mehr auftreten. Ein ähnlicher Zusammenhang wird zu Illustrationszwecken zwischen Verschleimung und Inhalation in Bild 29 angenommen.
Im zweiten Fall wird nicht nur vor dem ersten, sondern auch vor jedem weiteren Schleifendurchlauf, die Erfüllung des Startereignisses überprüft. Eine Blasenentlehrung durch Katheter wird beispielsweise nur durchgeführt, wenn die Patientin noch nicht spontan Wasser gelassen hat (vgl. Bild 29). Für eine Belastungsrechnung müsste korrekterweise angegeben werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein weiterer Schleifendurchlauf erforderlich ist. Problematisch wird dies, wenn diese Wahrscheinlichkeit nicht konstant ist. Anhand des Relevanzkriteriums ist bei diesen Schleifen deshalb zu klären, ob die Übergangswahrscheinlichkeit für Durchläufe innerhalb eines Tages vereinfachend auf 1 gesetzt wird, ein Erwartungswert aus Eintrittswahrscheinlichkeit, Eintrittswahrscheinlichkeit am folgenden Behandlungstag und der Anzahl der Schleifendurchläufe pro Tag durch Mittelwertbildung geschätzt wird oder ob eine exakte Messung erforderlich ist.

5.4.3 Differenzierung von Funktionen und Methoden

Zur präzisen Modellierung ist es notwendig, die Syntax für die Differenzierung von Funktionen und Methoden nach zwei Gesichtspunkten bereitzustellen. So ist ein Ausweis erforderlich, für welche Methoden Ressourcen benötigt werden und ob bezüglich Ressourcen und Methoden eine Abhängigkeit zu anderen Akteuren besteht. Darüber hinaus ist die Hervorhebung kritischer Funktionen und Methoden nötig.

Abhängigkeit von anderen Akteuren

Die im xSDM (Beziehungssicht) dargestellte und im xSRM (Ziel-Aktivitäts-Sicht) präzisierte Erfolgsabhängigkeit der Akteure bezüglich ihrer Zielerreichung ist auch in der Prozesssicht zu berücksichtigen.

Die vollständige Ausführung aller Funktionen und Methoden kann dabei davon abhängig sein, dass Ressourcen anderer Akteure zur Verfügung stehen. Für die Durchführung eines Infusionsprogramms ist beispielsweise eine ärztliche Anordnung (Informationsressource) erforderlich; für die Überwachung der vitalen Funktionen nach einer Operation das Narkoseprotokoll (vgl. Bild 28). Abhängige Methoden werden mit den benötigten Ressourcen verknüpft. Ist der Dependee nicht aus der Ressourcenbezeichnung abzuleiten, kann ergänzend der Akteur angegeben werden.

Auf Prozessebene ist neben der Ressourcenabhängigkeit auch eine Funktionsabhängigkeit möglich. Die Krankenschwester kann bei der Visite nur assistieren, wenn der Arzt eine Visite durchführt (vgl. Bild 31). In der Beziehungssicht ausgewiesene Zielabhängigkeiten sind in der Ziel-Aktivitäts-Sicht des Dependees auf Funktionsebene herunterzubrechen und werden so in der Prozesssicht dargestellt (vgl. dazu auch 5.1.2).

Abhängige Methodenereignisse werden modelliert, wenn sie sich aus dem Handeln anderer Akteure ergeben. In Bild 31 wird beispielsweise das Ereignis „Anordnung Blutentnahme“ durch eine Informationsressource „ärztliche Anordnung“ determiniert.

Grad der Erfolgsbeeinflussung

Auf der Beziehungsebene ist eine eindeutige Bestimmung des Grades der Erfolgsbeeinflussung durch Dependa wegen des hohen Abstraktionsgrades schwierig (vgl. 4.2.1 und 5.2). Durch das in der Ziel-Aktivitätssicht vorgenommene Herunterbrechen aller Zielabhängigkeiten auf die Funktionsebene ist es allerdings möglich, dort und in der Prozesssicht kritische Funktionen (bzw. Methoden) zu benennen und zu markieren. Für das Pflegeprogramm nach der Kaiserschnittentbindung ist beispielsweise die Überwachung der vitalen Funktionen zu nennen (vgl. Bild 29). Kritische Methoden sind dabei mit einer schwarzen Markierung an der Kantenverbindung zur Funktionsklasse versehen.

Die Überlegungen beziehen sich auf Funktionen innerhalb von Normalprozessen. Zur Problematik von Notfallprozessen wird auf 5.4.6 verwiesen.

5.4.4 Korrespondierende Ereignisse

Das Konzept der korrespondierenden Ereignisse stützt sich auf die in 4.3.1 angestellten Überlegungen zur Beendigung von Funktionsklassen und Funktionen. Neben dem Regelereignis, dass für gewöhnlich den Prozessablauf steuert, können weitere Ereignisse existieren, die auf den Prozessablauf mittel- oder unmittelbaren Einfluss haben.

Ein mittelbarer Zusammenhang besteht in Bild 31 beispielsweise zwischen dem Endereignis einer Funktionsklasse und dem Ende des durch diese Funktionsklasse repräsentierten Zeitrahmens. Die Uhrzeit selbst führt nicht zur Beendigung des Pflegeprogramms, stellt jedoch einen Richtwert für die Dauer der Funktionsklasse dar, dessen gehäufte Überschreitung Indikator für eine ungünstige Arbeitsorganisation sein kann.

Schlüsselwort	Beschreibung
-	Das Eintreten des Korrespondenzereignisses ist Richtwert für Eintreten des Ereignisses.
BREAK	Die Ausführung der Funktionsklasse wird unterbrochen und später fortgesetzt.
STOP	Die Ausführung der Funktionsklasse wird abgebrochen
WAIT	Nach Ausführung der Funktionsklasse wird auf Eintreten des Korrespondenzereignisses gewartet und umgekehrt.
WAIT/BREAK	Wird Funktionsklasse zuerst beendet, wird auf Eintreten des Korrespondenzereignisses gewartet, anderenfalls wird die Ausführung der Funktionsklasse bei Eintreten des Korrespondenzereignisses untergebrochen.
WAIT/STOP	Wird Funktionsklasse zuerst beendet, wird auf Eintreten des Korrespondenzereignisses gewartet, anderenfalls wird die Ausführung der Funktionsklasse bei Eintreten des Korrespondenzereignisses abgebrochen.

Tabelle 10 Schlüsselwörter zur Beschreibung von korrespondierenden Ereignissen

Neben diesem mittelbaren Zusammenhang, der durch eine gestrichelte Linie dargestellt wird, existieren Korrespondenzereignisse mit stärkerem Einfluss auf das Prozessgeschehen, die durch Zusatz von Schlüsselwörtern angezeigt werden. Eine Übersicht liefert Tabelle 10.

Ein Beispiel für eine BREAK-Beziehung zum korrespondierenden Ereignis ist in Bild 32 exemplarisch für die Visite dargestellt. Bei Beginn der Visite wird das Abarbeiten der Vorgänger-Funktionsklasse untergebrochen. Nach der Visite werden zunächst alle offenen Vorgänger-Methoden beendet, bevor die Nachfolger-Funktionsklasse begonnen wird. Die Verwendung logischer Konnektoren und die außerhalb der Funktionsklassen beibehaltene strenge bipartide Anordnung (Ereignis-Funktionsklasse-Ereignis usw.) erlauben es darüber hinaus, präzise zu modellieren, wann und ob Bearbeitungsrückstände aufgearbeitet werden (vgl. Bild 32).

5.4.5 Beispiele aus der Modellierung des Testszenarios

Die Auswahl der in den Bildern 29-32 dargestellten xEPK erfolgt unter dem Gesichtspunkt der Illustration xEPK-spezifischer Darstellungsmöglichkeiten.

Für die fallbezogene Darstellung von Behandlungsläufen wurde die Kaiserschnittpflege ausgewählt. Bild 29 zeigt das xEPK des Entbindungstag und des 1. Tages postoperativ. Die Verwendung von Funktionsklassen wird am Beispiel des Abführprogrammes am 3. Tag postoperativ gezeigt (Bild 30).

Für die Darstellung des Tagesablaufes der Pflegekräfte wurde der Frühdienst von 6.00-9.00 Uhr gewählt (Bilder 31 und 32). Von besonderem Interesse sind hier das Konzept korrespondierender Ereignisse und die Abhängigkeit der Funktionsausführung eines Akteurs von der Funktionsausführung eines anderen Akteurs.

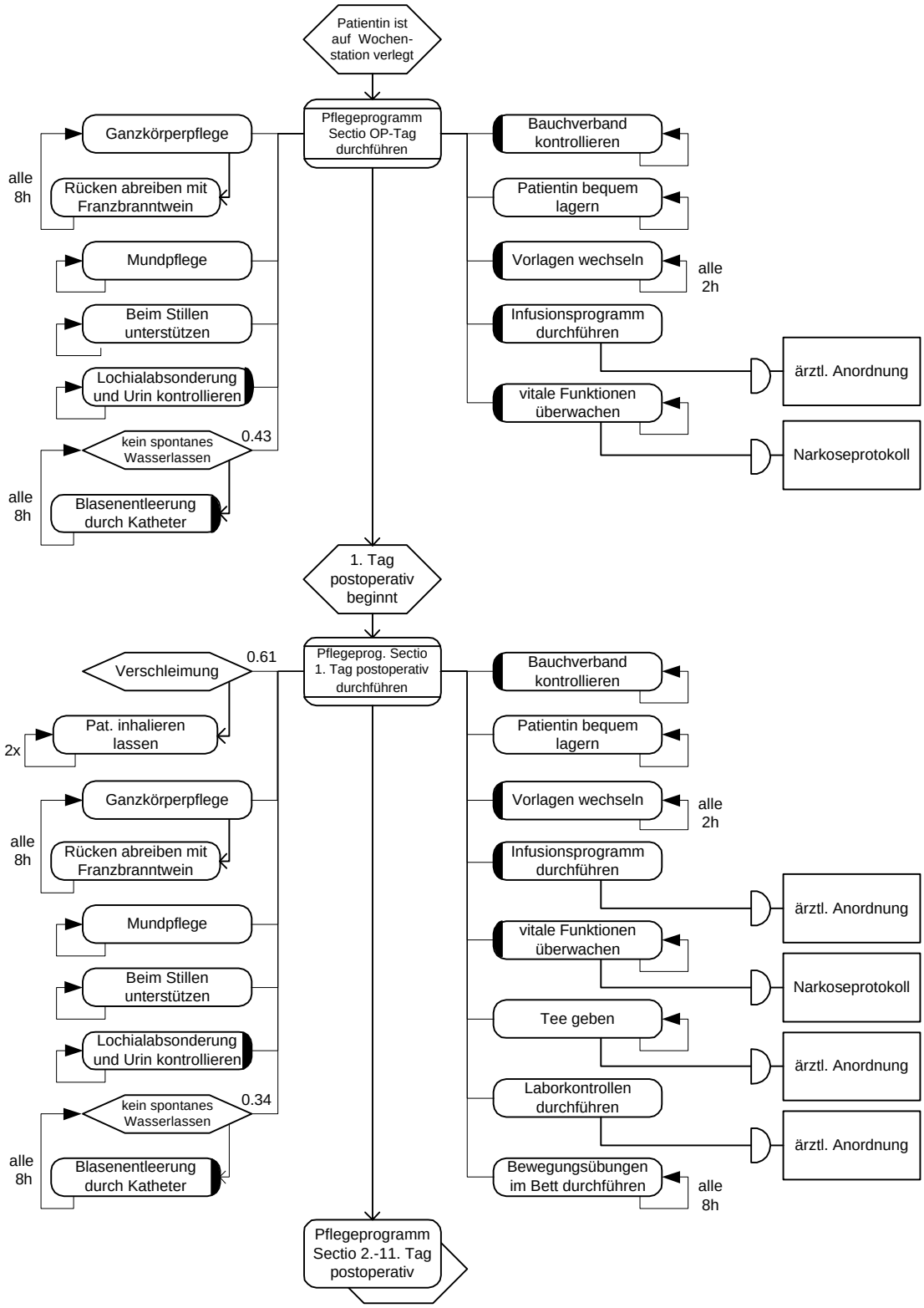


Bild 29 xEPK Pflegeprogramm Kaiserschnitt Operationstag und 1. Tag postoperativ

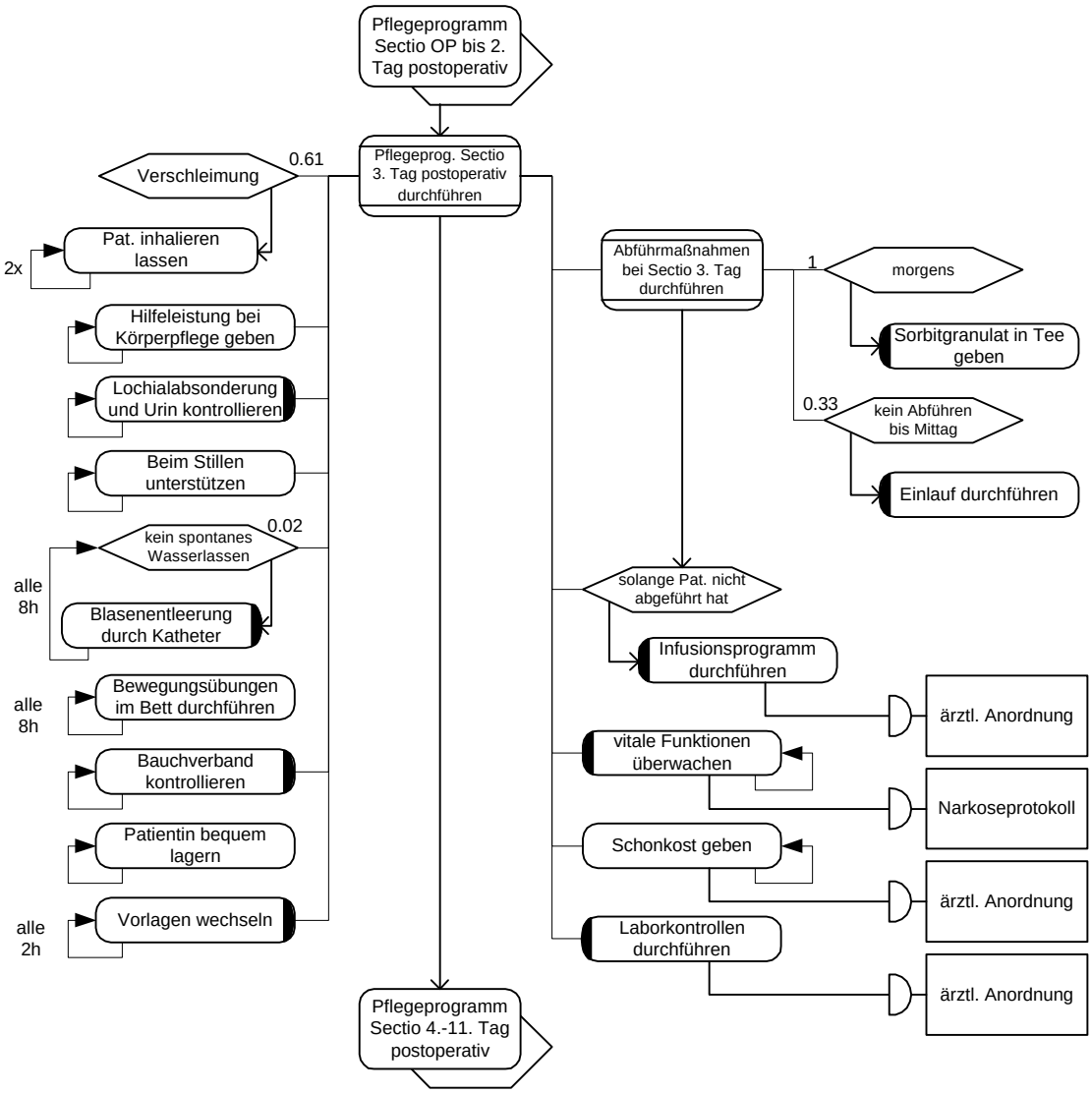


Bild 30 xEPK Pflegeprogramm Kaiserschnitt 3. Tag postoperativ

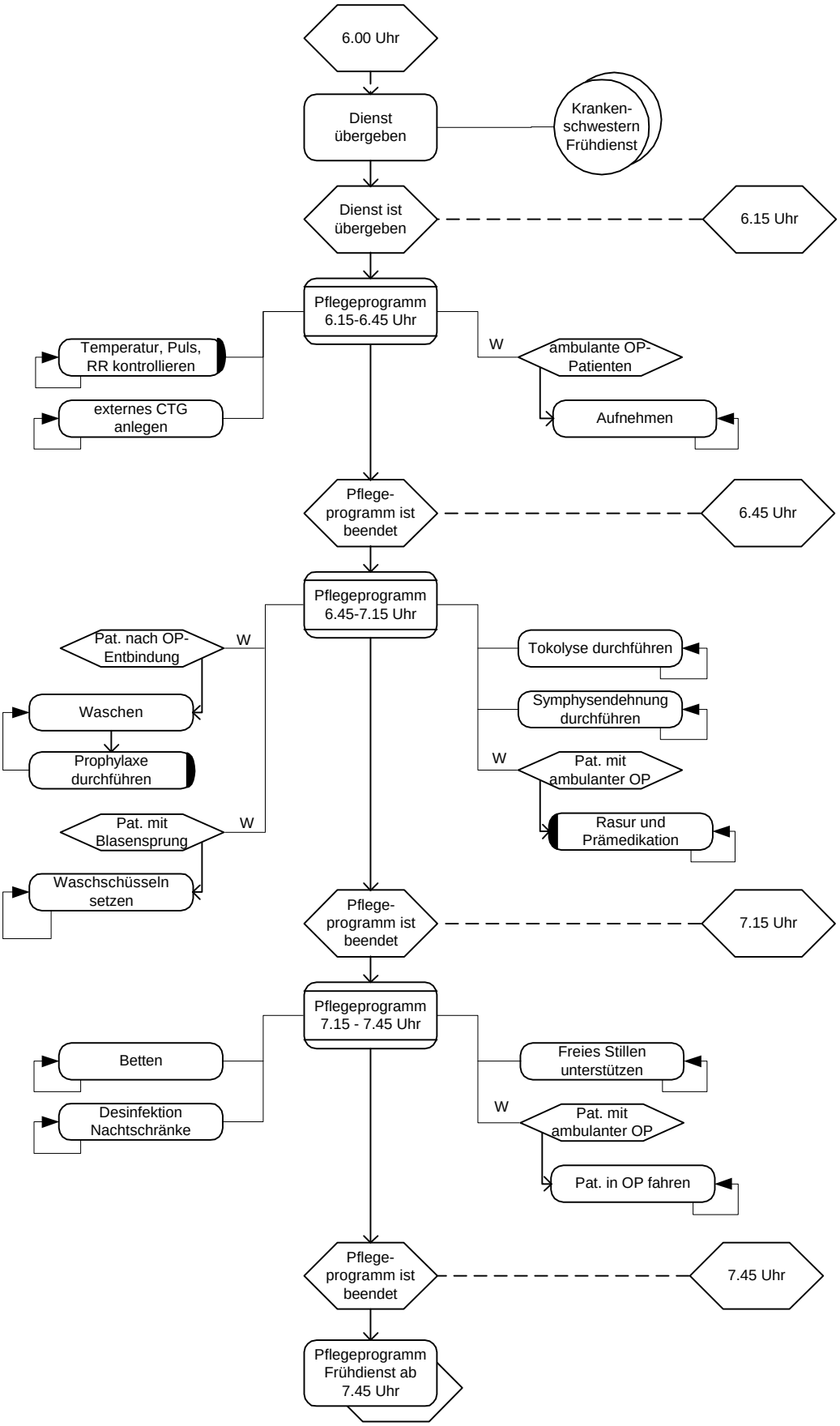


Bild 31 xEPK Frühdienst 6.00-7.45 Uhr

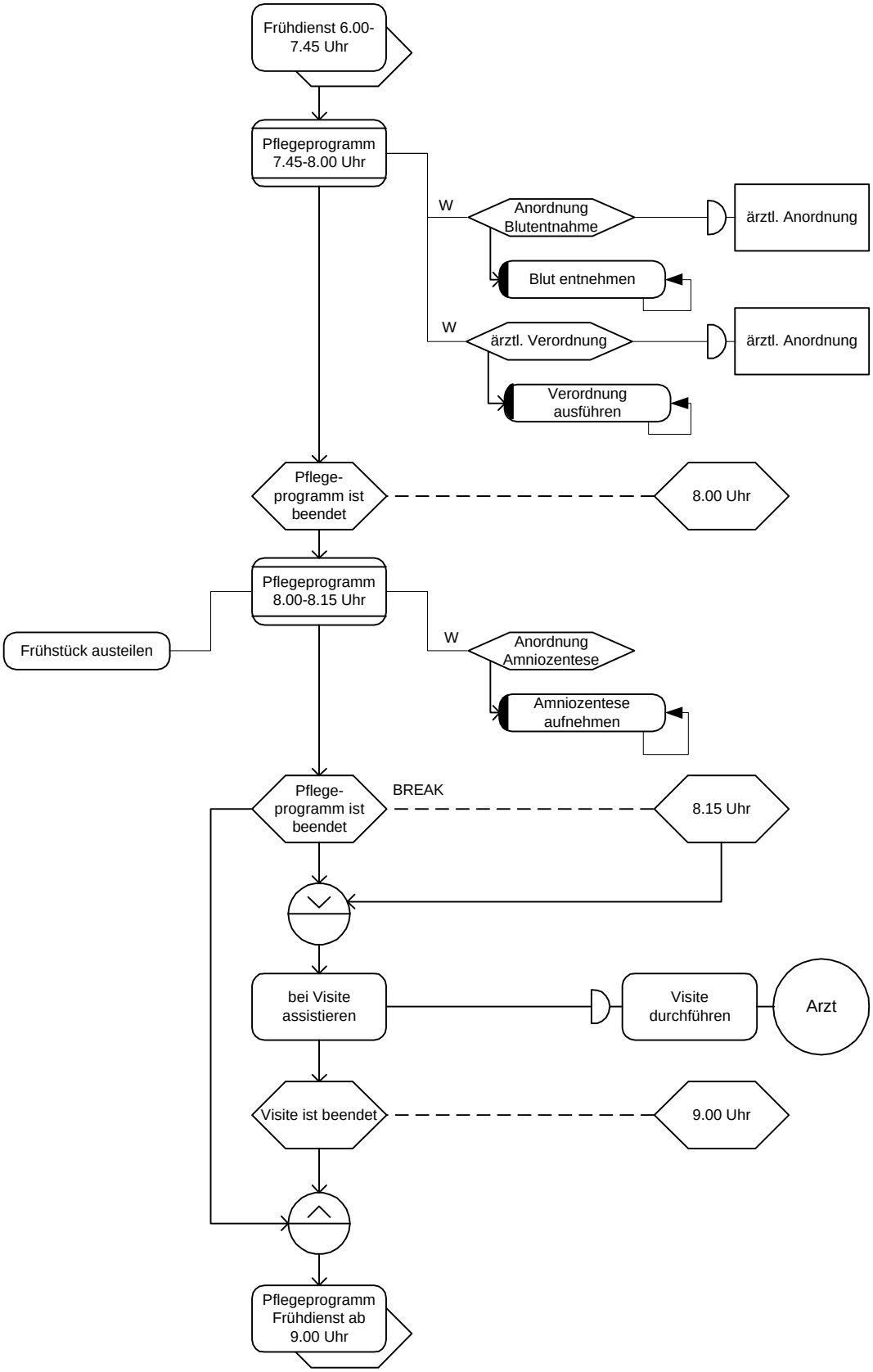


Bild 32 xEPK Frühdienst 7.45-9.00 Uhr

5.4.6 Überlegungen zur Priorisierung von Prozessen

In 3.1 wurde für das zu entwickelnde Framework eine Priorisierung von Notfallprozessen gefordert. Die Bedeutung dieser Priorisierung ergibt sich aus der Gefahr für Leib und Leben, die eine verspätete Ausführung bestimmter Behandlungsprozesse für den Patienten bergen kann.
Als erster Schritt ist deshalb in den xEPK die Identifikation kritischer Methoden vorgesehen (vgl. 5.4.3). Kommt es zu Engpässen in den modellierten Zeitfenstern bietet sich als Strategie die Konzentration auf die Ausführung kritischer Methoden und eine spätere Abarbeitung der restlichen Methoden an.

Prioritätsklassen für Regel-Notfallprozesse

Darüber hinaus ist allerdings zu beachten, dass neben Standardprozessen mit kritischen Methoden auch reine Notfallprozesse unterschiedlicher Dringlichkeit existieren. In der Informatik existieren Interrupt-Prozesse, die die normale Programmabarbeitung zur Abarbeitung von Interrupt-Routinen unterschiedlicher Dringlichkeit unterbrechen. Eine Übertragung dieses Konzeptes in die krankenhauslogistische Domäne führt zu einer Einordnung der Notfallprozesse in unterschiedliche Prioritätsklassen.
Für „Regelnotfälle“, die mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit den medizinischen Alltag prägen, können dabei, wie schon in 4.3.1 diskutiert, Dummymethoden den Standardprozessen für eine ausreichende Berücksichtigung in der Auslastungsrechnung der Zeitfenster führen.
Die geforderte Prozesspriorisierung kann so durch die Bildung von Prioritätsklassen umgesetzt werden. Durch zugehörige Prioritätsregeln kann beschrieben werden, in welchem Umfang Notfälle niedrigerpriorisierte Prozesse verdrängen.

„Super-GAU“-Prozesse

Das Priorisierungskonzept versagt allerdings, wenn Prozesse in die Struktur von Beziehungsnetzwerken eingreifen und/oder die Ziel-Aktivitäts-Ableitung beeinflussen. Dies ist beispielsweise bei Katastrophen und Seuchen der Fall, die das Zielsystem des Krankenhauses und seiner Akteure nachhaltig ändern können (z.B. „Rettung möglichst vieler Menschenleben“ als oberstes Ziel). Die Abbildung derartiger *„Super-GAU“*-Prozesse kann deshalb innerhalb eines bestehenden aARIS-Modells nicht geleistet

werden. Hier müsste dann unter Berücksichtigung des neues Zielkontextes ausgehend von Beziehungs- und Ziel-Aktivitäts-Sicht ein verändertes Modell erstellt werden.

5.5 Die Eignung von aARIS für das krankenhauslogistische Modellierungsproblem

Im folgenden soll anhand der in Kapitel 3 abgeleiteten Anforderungen dargestellt werden, inwieweit das aARIS-Framework und die zur Repräsentation seiner Beschreibungssichten entwickelten Methoden für die krankenhauslogistische Modellierung geeignet sind.

Zunächst soll dabei das aARIS-Konzept, also die Eignung der sichtenintegrierenden Meta*-Ebene dargestellt werden (5.5.1). In 5.5.2 soll anschließend die gemeinsame Eignung der Methoden erweiterter Strategic-Dependency-Modelle, erweiterter Strategic-Rationale-Modelle und agentenorientiert erweiterter Ereignisgesteuerter Prozessketten bewertet werden, bevor 5.5.3 die Ergebnisse beider Abschnitte zusammenfasst.

5.5.1 Bewertung der Eignung des aARIS-Konzeptes für die Modellierung in der Krankenhauslogistik

Domänenspezifische Anforderungen

Das aARIS-Metamodell verknüpft die prozessorientierte Sichtweise der Architektur integrierter Informationssysteme mit dem Konzept autonomer Akteure. Prozesse ergeben sich dabei aus einem Beziehungsnetzwerk von Akteuren mit eigenen Zielen und der Ableitung von Funktionen aus Zielen. Dadurch werden die Voraussetzungen für eine anforderungsorientierte Modellierung auf der sichtenintegrierenden Meta*-Ebene von aARIS geschaffen, deren Umsetzung es anschließend geeigneter Methoden für die einzelnen Sichten bedarf.

Die vornehmlich in Beziehungssicht und Ziel-Aktivitäts-Sicht vorgenommene Modellierung der Akteure stellt deren Abhängigkeiten anhand von Dependa da und ihre internen Argumentationsketten in Bezug auf die Maximierung persönlicher Zielbündel. Damit verbunden ist die Möglichkeit einer Abbildung von Koordination und von Konflikten bezüglich Zielen und Ressourcen.

Die Existenz einer Prozesssicht schafft die Voraussetzungen für eine Darstellung von Prozessen und der ihnen innewohnenden Dynamik.

Das erweiterte Leistungskonzept mit der Gleichsetzung von Dependa-Lieferung und Leistung erlaubt es, prinzipiell logistische Kreisläufe von Dependa darzustellen. Offen bleibt allerdings, ob dies dem Konzept der Flussorientierung vollständig genügt.

Ergänzende Anforderungen

Durch die Adaption des ARIS-Geschäftsprozessmodells kann auch für aARIS eine hohe Übereinstimmung mit den aus den Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierungn abgeleiteten ergänzenden Anforderungen sichergestellt werden.
Die Existenz eines sichtenübergreifenden Metamodells (Meta*-Modells) und die Zerlegung in integrierbare Sichten stellen den systematischen Aufbau des Frameworks sicher. Die Methodenneutralität von aARIS ergibt sich aus Weiterentwicklung des ebenfalls methodeneutralen ARIS-Geschäftsprozessmodells. Damit ist auch in aARIS prinzipiell die Einbettung verschiedener Modellierungsmethoden zur Sichtendarstellung möglich.
Eine Übertragbarkeit von aARIS auf einen anderen als den krankenhauslogistischen Kontext erscheint aufgrund der Tatsache gegeben, dass das aARIS-Geschäfts-prozessmodell durch die Weiterentwicklung aus ARIS hinreichend abstrakt ist, um ein domänenunabhängiges Geschäftsprozessverständnis zu determinieren.

5.5.2 Bewertung der Eignung der für aARIS entwickelten Methoden

Domänenspezifische Anforderungen

Während auf Meta*-Ebene nur zu prüfen war, ob eine Umsetzung der krankenhaus-logistischen Anforderungen prinzipiell ermöglicht wird (also offen ist) soll im folgenden untersucht werden, ob die gemeinsame Verwendung von erweiterten Strategic-Dependency-Modellen (xSDM), erweiterten Strategic-Rationale-Modellen (xSRM) und agentenorientiert erweiterten Ereignisgesteuerten Prozessketten (xEPK) eine konkrete Umsetzung der domänenspezifischen Anforderungen ermöglicht.
Im xSRM werden Abhängigkeiten zwischen den Akteuren anhand von Dependa modelliert. Dabei wird anhand der Einflussmöglichkeiten auf den Dependee und der resultierenden Lieferwahrscheinlichkeiten differenziert. Die Darstellung notwendiger

Koordination kann diesbezüglich gegenüber dem SDM eine präzisiert werden. So können beispielsweise unterschiedliche Koordinationsformen notwendig sein, je nachdem ob die Lieferung des Dependums durch Druck forciert wird (z.B. Kauf eines Gegenstandes gegen Geld) oder ob die Lieferung ein Ziel des Dependees für den Depender ist (z.B. Verteilung von Werbegeschenken). In den xSRM und in den xEPK findet die Abhängigkeit zwischen den Akteuren nur insoweit Beachtung, wie sie für die Ableitung von Zielen und Funktionen bzw. für die Darstellung der Prozesse erforderlich ist.

Die Darstellung von Zielkonflikten wird durch xSDM und xSRM gemeinsam abdeckt. Während intrapersonale Zielkonflikte und solche zwischen verschiedenen Rollen eines Agenten oder einer Position in der Beziehungssicht durch xSD-Modelle abgebildet werden, thematisieren xSR-Modelle intrapersonale Konflikte.

Die Darstellung von Ressourcenkonflikten kann durch alle drei Methoden gemeinsam abgedeckt werden. Im xSDM wird dargestellt, welcher Akteur welche Ressourcen von wem benötigt. Im xSRM wird abgeleitet, wofür die entsprechenden Ressourcen benötigt werden und in der Prozesssicht stellen xEPK dar, wann und wie lange die Ressourcen benötigt werden. Durch die Bildung von Funktionsklassen kann später rechnerisch bestimmt werden, wie die Ressourcen ausgelastet werden und mit welcher Wahrscheinlichkeit in bestimmten Zeitfenstern Kapazitätsengpässe auftreten.

Die Darstellung von Zielbündeln erfolgt im xSRM unter dem Aspekt der Prozessorientierung. Der in 4.2.3 kritisierte hohe Freiheitsgrad der Modellierung im SRM wird dahingehend eingeschränkt, dass zur Darstellung der Prozesssicht zwingend Funktionen aus Zielen abzuleiten sind. Die Einführung dependaabhängiger Zielzerlegungen liefert neben einer dynamischen Zieldekomposition durch die Zerlegungswahrscheinlichkeiten auch Anhaltspunkte für die Relevanz bestimmter Zweige.

Die xEPK eignen sich in besonderer Weise zur Befriedigung prozessorientierter Anforderungen. Durch ihre Verbindung mit den Modellen der Beziehungs- und der Ziel-Aktivitäts-Sicht sind sie nicht nur in der Lage, die Prozessdynamik durch den Ausweis von Wahrscheinlichkeiten, ein verbessertes Ereigniskonzept und die Bildung von Funktionsklassen abzubilden, sondern auch interprozessuale Interdependenzen durch den Ausweis von Funktions- und Ressourcendependa darzustellen.

Für die Priorisierung zeitkritischer Funktionen können in einer xEPK innerhalb der Funktionsklassen kritische Methoden gekennzeichnet werden.

Für die Behandlung von Notfallprozessen wird zusätzlich zur xEPK-Prozessdarstellung die Bildung von Prioritätsklassen und die Definition von Prioritätsregeln empfohlen. Probleme ergeben sich allerdings dann, wenn Notfallsituationen zur Redefinition der Beziehungen und Zielbündel der Akteure führen (z.B. bei Katastrophen).

Der Begriff der logistischen Kreisläufe wurde in dieser Arbeit mit dem Ziel geprägt, die mit der Flussorientierung erforderliche ganzheitliche Betrachtung von Logistikprozessen herauszustellen (vgl. 2.1.2). In den entwickelten Modellierungsmethoden können im xSDM durch wechselseitige Abhängigkeiten entstehende Kreisläufe von Dependa dargestellt werden. Die Prozessabbildung mittels xEPK ermöglicht unter anderem die in der Krankenhauslogistik als wichtig erachtete fallorientierte Darstellung von Prozessen (vgl. 2.1.5). Da Flussorientierung jedoch als Managementphilosophie aufzufassen ist (vgl. 2.1.2), können Methoden nur Werkzeuge zur deren Umsetzung bereitstellen.

Ergänzende Anforderungen

Die bei den Ausgangsmethoden festgestellten Schwächen bei der Umsetzung GoM-spezifischer Ergänzungsanforderungen sind durch die Weiterentwicklung ebenfalls abgestellt worden.

Die Klarheit der Modellierung wird durch gut strukturierte graphische Modellierungsmethoden sichergestellt. Durch die Weiterentwicklung bestehender Modellierungsmethoden ist die Übertragung der neuen Modellierungsmethoden in die vielfältigen Anwendungsbereiche der Ausgangsmethoden möglich. Darüber hinaus können Gestaltungsrichtlinien der Ausgangsmethoden überall dort übernommen werden, wo keine Anpassungen erforderlich waren.

5.5.3 Fazit

Mit dem aARIS-Framework wurde ein methodischer Rahmen nebst sichtenspezifischer Modellierungsmethoden entwickelt, der die in Kapitel 3 identifizierten Anforderungen hochgradig abdeckt (vgl. Tabelle 11).

Betrachtungs-gegenstand	Resultierende Abbildungsanforderungen	aARIS	xSDM	xSRM	xEPK	gesamt
Krankenhauslogistik allgemein	Koordination (Koordinationslogistik)	o	+	b	b	+
	logistische Kreisläufe (Flussorientierung)	b	b	-	b	b
Vernetzung	Darstellung Prozessinterdependenzen	o	-	b	+	+
	relevante Prozesssichten	o	-	-	+	+
	Ressourcenkonflikte	o	b	b	b	+
	Zielkonflikte	o	b	b	-	+
lokale Autonomie	Abhängigkeiten zwischen Akteuren	o	+	b	b	+
	Zielbündel der Akteure	o	-	+	-	+
Dynamik	Behandlungsfortschritt	o	-	-	+	+
	Wahrscheinlichkeiten	o	-	+	+	+
	Priorisierung zeitkritischer Pro zesse	o	-	-	b	b

o – offen, b –bedingt

GoM-Grundsatz	Umsetzung auf Meta*-Ebene des Frameworks	aARIS	xSDD	xSRD	xEPK	gesamt
Wirtschaftlichkeit	Einbettung bestehender Modellierungsmethoden	+				+
	Übertragbarkeit der Modellierungsmethode	+				+
systematischer Aufbau	Zerlegung in integrierbare Sichten	+				+
	sichtenübergreifendes Metamodell	+				+

GoM-Grundsatz	Umsetzung bei Wahl der Modellierungsmethode	aARIS	xSDM	xSRM	xEPK	gesamt
Klarheit	graphische Mod ellierungsmethode		+	+	+	+
	strukturierte Anordnung		+	+	+	+
Wirtschaftlichkeit	Übertragbarkeit der Modellierungsmethode		+	+	+	+
Vergleichbarkeit	Übernahme von Gestaltungsrichtlinien		+	+	+	+

Tabelle 11 Übersicht Eignung des aARIS-Frameworks

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Fragestellung einer agentenorientierten Modellierung krankenhauslogistischer Kreisläufe korrespondiert mit dem Ziel, einen methodischen Beitrag zur Nutzbarmachung der Technologie intelligenter Softwareagenten zu erbringen. Im folgenden sollen die Vorgehensweise bei der Anfertigung der Arbeit und die gewonnenen Ergebnisse zusammengefasst und kritisch gewürdigt werden.

Betriebswirtschaftliche Relevanz

Im Grundlagenkapitel wurde zunächst die betriebswirtschaftliche Relevanz der Thematik aufgezeigt. Die Einordnung der Krankenhauslogistik diente dabei neben dem Ziel einer theoretischen Domänenbeschreibung insbesondere dem Aufzeigen ihrer Problemfelder. Logistik als Wissenschaft von der raum-zeitlichen Transformation von Menschen, Gütern und Informationen wird in ihrer betriebswirtschaftlichen Ausprägung aus drei Basisperspektiven betrachtet: einer funktionalen, einer koordinations- und einer flussorientierten Sichtweise.

Für die Krankenhauslogistik ist derzeit durch die aus medizinischen Gründen erfolgte starre funktionale Gliederung die koordinationsorientierte Basisperspektive von besonderer Bedeutung. Krankenhauslogistik ist allerdings auch eine spezielle Dienstleistungslogistik. Die Krankenhausleistung wird am externen Faktor Patient erbracht, dessen Leistungsbeurteilung von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist, weil sie Präferenzen für oder gegen ein Krankenhaus induziert. Die Flussorientierung hat deshalb - insbesondere wegen der aus ihr abgeleiteten Konzentration auf Behandlungsfälle - hohe strategische Bedeutung für die Gestaltung krankenhauslogistischer Systeme. Der Verzicht auf eine Betrachtung der funktionalen Logistik geschah aus Gründen der Problemeingrenzung; für eine umfassende Darstellung des krankenhauslogistischen Systems ist in einem weiteren Schritt aber auch eine Beschäftigung mit den dort behandelten Lager-, Transport- und Layoutproblemen erforderlich.

Bei der Ausdifferenzierung weitestgehend orthogonaler Subsysteme nach Position in der Wertschöpfungskette (Beschaffungslogistik, Logistik bei Erstellung der Gesundheitsleistung, Entlassungs- und Nachsorgelogistik) und nach Prozessobjekt (Personal-, Material-, Infrastruktur-, Informations-, Patientenlogistik) wurde die Komplexität der Krankenhauslogistik verdeutlicht: Prozesse sind miteinander vernetzt,

die lokalen Aufgabenträger handeln weitgehend autonom und durch die schlechte Prognostizierbarkeit von Leistungsanforderungen ergibt sich eine hohe Dynamik.
Dabei konnte gezeigt werden, dass von einer Simulation krankenhauslogistischer Prozesse ein Beitrag zur Komplexitätsreduktion erwartet werden kann. Durch die Modellbildung kann zunächst von für den Untersuchungszweck unwesentlichen Realwelttatbeständen abstrahiert werden. Simulationsexperimente können darüber hinaus reproduziert und dabei auftretende Störfaktoren gezielt kontrolliert werden. So können Erkenntnisse über die Realwelt gewonnen werden, ohne diese direkt beeinflussen zu müssen.
Für eine Simulation durch Mutiagentensysteme sprechen die verteilte Lösungskompetenz im Krankenhaus (Vernetzung und Autonomie) und die hohe Unsicherheit bezüglich zu erbringender Leistungen (Dynamik). Damit ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass für einzelne Teilbereiche bereits eine Übertragung von Methoden der industriellen Fertigung genügt. Für Kliniken mit nahezu vollständig terminierbaren medizinischen Eingriffen (z.B. Augenklinik) erscheint aufgrund der vergleichsweise geringen Dynamik auch eine Adaption von PPS-Systemen für die Auftragsfertigung möglich. Hier wird ein Ansatzpunkt für weitergehende Untersuchungen gesehen.

Modellierung als Kernproblem

Die Abbildung der Realwelt in zweckorientiert abstrahierende Modelle ist Voraussetzung für Simulationsexperimente. Die Struktur- und Verhaltenstreue der Modelle ist dabei wesentliche Determinante für die Qualität der erzielten Simulationsergebnisse. Die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) bieten sich dafür als Kriterien an.
Die Sinnhaftigkeit einer agentenbasierten Simulation der Krankenhauslogistik ergibt sich aus der hohen Affinität des agentenorientierten Paradigmas mit dem krankenhauslogistischen Kontext: Akteure mit lokaler Autonomie bearbeiten untereinander vernetzte dynamische Prozesse, um den Erreichungsgrad ihres persönlichen Zielbündels zu optimieren. Die Qualität einer Simulation hängt dabei von der Qualität der zugrundeliegenden Modelle ab - insbesondere von Struktur- und Verhaltenstreue zum Objektsystem, einem zweckbezogen wahrgenommen Realweltausschnitt. In Kapitel 3 wurden deshalb aus den Ergebnissen des Grundlagenkapitels Anforderungen an eine krankenhauslogistische Modellierung abgeleitet. Hauptaugenmerk lag dabei auf der

Abbildung domänenspezifischer Besonderheiten und somit auf den Voraussetzungen für Richtigkeit und Relevanz der entstehenden Modelle. Neben der Übernahme der Forderung nach Abbildung koordinations- und flussorientierter Aspekte wurden aus den Determinanten krankenhauslogistischer Komplexität entsprechende Anforderungen abgeleitet.

Die Ableitung ergänzender Modellierungsanforderungen aus den verbleibenden Grundsätzen ordnungsmäßiger Modellierung (Wirtschaftlichkeit, Klarheit, Vergleichbarkeit, systematischer Aufbau) wurde hingegen nur rudimentär vorgenommen. Die modellkomplexitätsreduzierende Sichtenzerlegung und die Forderung nach einem sichtenübergreifenden Metamodell sind jedoch für das weitere Vorgehen von großer Bedeutung. Deshalb erschien es sinnvoll, zwischen der Meta-ebene zur Beschreibung einzelner Modellierungsmethoden und der Ebene eines sichtenübergreifenden Metamodells (Meta*-Ebene) zu differenzieren. Die Wahl der Modellierungssichten und ihre Integration in einem Meta*-Modell ist für eine qualitativ hochwertige Modellierung ebenso relevant wie die Qualität der Metamodelle sichten-spezifischer Modellierungsmethoden.

Bedeutung des Testszenarios

Durch die Ableitung eines Testszenarios wurde die Verbindung der theoretisch abgeleiteten Forderungen zu einem Ausschnitt der krankenhauslogistischen Domäne vorgenommen. Die Wahl der Geburtshilfestation als Referenz ist dabei auf die vergleichsweise geringe Zahl unterschiedlicher Fälle und die vergleichsweise geringe Verzahnung ärztlicher und pflegerischer Betreuung zurückzuführen, wobei jedoch Ungewissheit über Art und Anzahl zu behandelnder Fälle besteht. Damit bietet die Geburtshilfestation die Möglichkeit, Zusammenhänge schnell erfassen und darstellen zu können. Die Realitätsnähe des Szenarios und die damit verbundene Möglichkeit zur praktischen Anforderungsüberprüfung ergibt sich dabei durch eine enge Anlehnung an Daten des Südharz-Krankenhauses Nordhausen. Der enge Bezug zu einer konkreten Geburtshilfestation bedeutet allerdings auch, dass vom Testszenario kein Beitrag zu einer Referenzmodellierung von Geburtshilfestationen erwartet werden kann. Auf eine vollständige Ausmodellierung wurde deshalb verzichtet. Eine Überprüfung der angenommenen Übertragbarkeit der Modellierungsergebnisse auf andere Stationen eines Krankenhauses erscheint sinnvoll.

Beitrag bestehender Modellierungsmethoden und -rahmenkonzepte

Kapitel 4 beschäftigte sicht mit der Frage, welche Beiträge bestehende Modellierungsmethoden für die Lösung des krankenhauslogistischen Modellierungsproblems liefern können. Aufbauend auf den abgeleiteten Anforderungen standen dabei die Frage nach einer Modellierung von Gesellschaften zielbehafteter Agenten, die Ableitung von Aktivitäten aus diesen Zielen und die Darstellung von Prozessen im Vordergrund.

Zunächst wurde jedoch, der bereits herausgestellten Bedeutung einer sichtenübergreifenden Abstraktionsebene entsprechend, die Meta*-Modellierung in ARIS diskutiert. Durch die Beschränkung auf das weitverbreitete ARIS-Konzept wurde auf die Möglichkeit auf Vergleiche mit ähnlichen, in der Arbeit Frameworks genannten, Rahmenkonzepten wie dem Semantischen Objektmodell (SOM) verzichtet. Die exklusive Betrachtung des methodenunabhängigen ARIS-Geschäftsprozessmodells kann dafür sicherstellen, dass ein darauf aufbauendes Modellierungskonzept in seiner sichtenspezifischen Modellierung ebenfalls nicht an bestimmte Modellierungsmethoden gebunden ist. Dies korrespondiert mit den Modellierungsgrundsätzen der Wirtschaftlichkeit und Vergleichbarkeit.

Die zielorientierte Modellierung nimmt die Ziele der einzelnen Akteure und ihre Abhängigkeiten bei der Maximierung ihres Zielerreichungsgrades als Ausgangspunkt für eine Ableitung von Aktivitäten der Akteure. Das in dieser Arbeit untersuchte i*-Framework stellt dabei mit dem Strategic-Dependency-Modell und dem Strategic-Rationale-Modell zwei Methoden zur Verfügung, die die externen Beziehungen des Akteurs und seine internen Argumentationsketten für die Ableitung von Teilzielen und Aktivitäten abbilden. Bei der Modellierung ausgewählter Bereiche des Testszenarios konnte allerdings gezeigt werden, dass die speziellen Anforderungen einer krankenhauslogistischen Modellierung nicht vollumfänglich abgedeckt werden können und Anpassungen vorgenommen werden müssen. Die fehlende Möglichkeit der Abbildung von Prozessen legte eine parallele Untersuchung prozessorientierter Modellierungsmethoden nahe.

Die Auswahl Ereignisgesteuerter Prozessketten begründet sich dabei nicht nur in ihrer Verwendung als Modellierungsmethode in ARIS sondern auch in der Tatsache, dass sie als Referenzmethode bei der Entwicklung der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung dienten. Die Prozessabbildung der EPK setzt eine stringente Einordnung der Funktionen in ein zeitlich-sachlogisches Ereigniskonzept voraus. Für das

Krankenhaus ergeben sich deshalb Schwierigkeiten bei der Abbildung von Funktionen, die nur dergestalt zueinander in Beziehung stehen, dass ihre Ausführung in einen gemeinsamen Zeitrahmen eingeordnet ist. Der mehrmalige oder ständige Durchlauf von Behandlungsschritten (z.B. tägliche Pulskontrolle) erfordert zudem eine flexiblere Schleifendarstellung als in den Ereignisgesteuerten Prozessketten. Der in den objektorientierten Ereignisgesteuerten Prozessketten (oEPK) vorgenommene Versuch einer Zusammenführung von objektorientiertem Paradigma und Prozessorientierung zeigt die Integration von prozess- und agentenorientierter Modellierung als Weg zur Lösung des Modellierungsproblems auf.

Die Entwicklung von aARIS und der zugehörigen Modellierungsmethoden

Die agentenorientierte Adaption der Architektur integrierter Informationssysteme (aARIS) wurden in Kapitel 5 als Lösungsvorschlag für ein agentenbasiertes Modellierungsrahmenkonzept erarbeitet, dass in der Lage ist, die in Kapitel 3 abgeleiteten Anforderungen an eine agentenorientierte Krankenhauslogistikmodellierung abzubilden.

Mit der Weiterentwicklung des ARIS-Geschäftsprozessmodells zum aARIS-Meta*-Modell geht dabei auch eine Verschiebung der Betrachtungsperspektive einher. Die Sicht des ARIS-Geschäftsprozessmodells wurde dahingehend erweitert, dass Prozesse nicht mehr als absolut betrachtet werden, sondern als Resultat der Existenz eines Beziehungsnetzwerkes zielbehafteter Akteure. Dementsprechend wurden drei miteinander verbundene Sichten ausdifferenziert: die Beziehungssicht stellt die Erfolgsabhängigkeit der Akteure voneinander dar, die Ziel-Aktivitäts-Sicht leitet aus den Zielen der Akteure Funktionen ab, die in der Prozesssicht in ihrem zeitlich-sachlogischen Zusammenhang dargestellt werden. Die einheitliche Darstellung korrespondierender Objekte (etwa der Funktionen in Ziel-Aktivitäts-Sicht und Prozesssicht) ist dabei Voraussetzung für ein konsistentes Gesamtmodell.

Für die Sichtenmodellierung wurden ausgehend von den in Kapitel 4 gesammelten Ergebnissen mit den erweiterten Strategic-Dependency-Modellen, den erweiterten Strategic-Rationale-Modellen und den agentenorientiert erweiterten Ereignisgesteuerten Prozessketten Modellierungsmethoden entwickelt, die auf bereits bestehenden Methoden aufsetzen. Die enge Verwandtschaft von xSDM und xSRM mit den Methoden des i*-Frameworks lässt beispielsweise eine Adaption von i*-

Modellierungstools möglich erscheinen. Eine weiterführende Untersuchung aller in aARIS verwendeten Methoden zur Aufdeckung möglicher Synergieeffekte bezüglich ihrer Ausgangsmethoden ist deshalb sinnvoll.

Agentenorientiert erweiterte Ereignisgesteuerte Prozessketten unterscheiden sich durch die Bildung der Funktionsklassen; die Modellierung von Schleifen, abhängigen Methoden und Ereignissen; dem Ausweis kritischer Methoden und dem Konzept korrespondierender Ereignisse erheblich von einer EPK. Durch die Bildung von Funktionsklassen können xEPK direkt zur Auslastungs- und Prozesskostenrechung genutzt werden. Diesbezügliche weiterführende Untersuchungen erscheinen ebenso interessant, wie eine Untersuchung der Möglichkeit, eine xEPK ähnlich einer EPK in ein Petrinetz zu transformieren und so dessen Vorteile (wie etwa die Simulierbarkeit) zu nutzen.

Abschließende Bewertung

Mit aARIS wurde in Anlehnung an ein Testszenario der Domäne Krankenhauslogistik ein Framework entwickelt, dass eine agentenorientierte Modellierung erlaubt, die als Ausgangspunkt einer Multiagentensimulation genutzt werden kann. Durch die Verbindung von Agentenorientierung und Prozessorientierung werden dabei aus Zielen und Abhängigkeiten konkrete Funktionen hergeleitet, die in ein Prozessgefüge eingeordnet werden können. Beschreibungs- und Analysemodelle des aARIS-Frameworks können do die notwendige Datenbasis für die Entwicklung eines agentenbasierten Simulationsmodells liefern. Damit konnte das in der Einleitung formulierte Ziel umgesetzt werden, einen methodischen Beitrag zur Problematik intelligenter Softwareagenten in betriebswirtschaftlichen Anwendungsszenarien zu erbringen.

Dieser Zugang zur Agentenmodellierung liefert darüber hinaus zugleich ein Vorgehensmodell zum Business Reengineering für die Ableitung von Prozessen aus Zielen und Abhängigkeiten.

Die Entwicklung von aARIS wurde trotz des Testszenarios unter Laborbedingungen vorgenommen. Zwar konnten durch den engen Praxisbezug Probleme identifiziert und Darstellungsmöglichkeiten dafür entwickelt werden, eine kritische Überprüfung von aARIS bei der Modellierung ganzer Anwendungsszenarien steht allerdings noch aus. Weiterer Forschungsbedarf wird darüber hinaus in der weiteren Konkretisierung einer

GoM-konformen Gestaltung des aARIS-Frameworks und seiner Methoden gesehen. Schließlich ist eine vergleichende Untersuchung von aARIS mit anderen Rahmenkonzepten der Modellierung notwendig, um im Rahmen einer Stärken-Schwächen-Analyse weitere Potentiale des aARIS-Frameworks zu identifizieren.

Literaturverzeichnis

[AlSc2000] *Alt, Rainer; Schmidt, Beat* : Logistik und Electronic Commerce – Perspektiven durch zwei sich wechselseitig ergänzende Konzepte. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft 75 (2000) 1, S. 75-96.

[Balz1996] *Balzert, Helmut* : Lehrbuch der Softwaretechnik: Software-Entwicklung. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1996.

[BeSc1996] *Becker, J.; Schütte, S.* : Handelsinformationssysteme. Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech 1996.

[BhSg1998] *Bernhard, W.; Schilling, A.* : Modellierung und Simulation von Gruppenarbeit. In: *Engeli, Max; Hrdliczka, Veronika (Hrsg.)* : Simulationstechnik. 12. Symposium in Zürich, Tagungsband, September 1998, vdf Hochschulverlag AG, Zürich 1998, S. 379-386.

[BMG1999] *Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.)* : Begründung zum Gesetzentwurf für eine Reform der gesetzlichen Krankenversicherung ab dem Jahr 2000 (GKV-Gesundheitsreform 2000) Stand: 23. Juni 1999.
http://www.bmgesundheit.de/vorhaben/reform/sgb/sgb-b.htm,
1999-06-23, Abruf am 1999-11-17.

[Bret1999] *Brettel, Malte :* Krankenhauslogistik. In: *Weber, Jürgen; Baumgarten, Helmut (Hrsg.):* Handbuch Logistik: Management von Material- und Warenflußprozessen. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1999, S. 764-774.

[Brom1993] *Brombacher, Reinhard; Hars, Alexander; Scheer, August-Wilhelm* : Informationsmodellierung. In: *Scheer, August-Wilhelm (Hrsg.)* : Handbuch Informationsmanagement. Gabler, Wiesbaden 1993, S. 173-188.

[BuWi2000] *Buhl, Ulrich; Will, Andreas* : Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien. In: Wirtschafts-informatik 42 (2000) 2, S. 180.

[CLM2000] *Council of Logistics Management (Hrsg.)* : Definition of Logistics. www.clm1.org,
Abruf am 2000-03-01.

[Dang1999] *Dangelmaier, Wilhelm* : Layoutplanung und Standortoptimierung. In: *Weber, Jürgen; Baumgarten, Helmut (Hrsg.)* : Handbuch Logistik: Management von Material- und Warenflußprozessen. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1999, S. 322-334.

[DFG2000] *Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V. :* Verzeichnis der Schwerpunktprogramme. http://www.dfg.de/foerder/schwerpunktprogramme/index.html, Abruf 2000-08-07.

[Doga1994] *Dogan, Dino Ivan* : Strategisches Management der Logistik. Lang, Frankfurt a.M. 1994.

[Doms1995] *Domschke, Wolfgang* : Logistik: Transport. 4. Auflage, Oldenbourg, München 1995.

[DUFW1999] *Redaktion DUDEN (Hrsg.)* : DUDEN Das Fremdwörterbuch. Weltbild Verlag GmbH, Augsburg 1999.

[DuYu1998] *Dubois, Eric; Yu, Eric; Petit, Michaël* : From Early to Late Formal Requirements: a Process-Control Case Study. Proceedings 9th International Workshop on Software Specification and Design, Ise-Shima 1998, ftp:// ftp.cs.toronto.edu/pub/eric/IWSSD98.pdf, Abruf 2000-05-08.

[DIN EN 12777] *DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.)* : DIN EN 12777 (Norm-Entwurf): Logistik - Struktur und Grundbegriffe der Logistik. Ausgabe: 1997-05.

[Ehrh1998] *Ehrhardt, Ina* : Personalintegrierte und personalorientierte Planung und Simulation im Umfeld der betrieblichen Arbeitsvorbereitung. In: *Engeli, Max; Hrdliczka, Veronika (Hrsg.)* : Simulationstechnik. 12. Symposium in Zürich, Tagungsband, September 1998, vdf Hochschulverlag AG, Zürich 1998, S. 387-394.

[FoSc1997] *Fowler, Martin; Scott, Kendall* : UML konzentriert: Die Standard-modellierungssprache anwenden. Addison-Wesley-Longman, Bonn 1997.

[FrSt1998] *Friemuth, Ulrich; Stich, Volker* : Industrielle Logistik. 4., überarbeitete Auflage, Verlag der Augustinus Buchhandlung, Aachen 1998.

[GeGa1999] *Gehring, Hermann; Gadatsch, Andreas* : Ein Rahmenkonzept für die Prozessmodellierung. In: Information Management & Consulting 14 (1999) 4, S. 69-74.

[Gmil1995] *Gmilkowsky, Peter* : Produktionsfaktor Information. In : *Schipanski, D. (Hrsg.)*: Produktionsfaktor Information. 6. Ilmenauer Wirtschaftsforum. TU Ilmenau, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Ilmenau 1995.

[Göpf1999] *Göpfert, Ingrid* : Industrielle Entsorgungslogistik. In: *Weber, Jürgen; Baumgarten, Helmut (Hrsg.)* : Handbuch Logistik: Management von Material- und Warenflußprozessen. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1999, S. 202-218.

[Gree1997] *Green, Shaw et al.* : Software Agents: A review. Trinity College Dublin und Broadcom Éireann Research Ltd. 1997, http://www.cs.tcd.ie/research_groups/aig/iag/toplevel2.html, Abruf am 2000-04-17.

[HaCh1996]] *Hammer, Michael; Champy, James* : Business Reengineering: Die Radikalkur für das Unternehmen. 6. Auflage, Campus, Frankfurt/Main 1996.

[Hage1998] *Hagemann, Udo* : SOM-Sim – Modellierung und Simulation von Prozessen, Ressourcen und deren Zuordnungen in betrieblichen Systemen. Shaker, Aachen 1998.

[Harn1999] *Harneit, Jens* : Modellierung der Krankenhauslogistik für die Versorgung mit Medicalprodukten. Shaker, Aachen 1999.

[HeBr1999] *Heinzl, Armin; Brandt, Andreas* : Simulationsmodelle. In: *Weber, Jürgen; Baumgarten, Helmut (Hrsg.)*: Handbuch Logistik: Management von Material- und Warenflußprozessen. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1999, S. 392-411.

[Hein1991] *Heinen, Edmund* : Industriebetriebslehre als entscheidungsorientierte Unternehmensführung. In: *Heinen, Edmund (Hrsg.)* : Industriebetriebslehre: Entscheidungen im Industriebetrieb. 9., vollst. neu bearb. und erw. Aufl., Gabler, Wiesbaden 1991, S. 1-72.

[HeKi1999] *Herzog, O.; Kirn, S.; Krallmann, H.; Spaniol, O.; Zelewski, S.* : Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien. Antrag auf Einrichtung eines DFG-Schwerpunktprogrammes. http://nobile.wirtschaft.tu-ilmenau.de/~stk/SPP-Agenten/SPP.html, Abruf 2000-04-18.

[HeRo1998] *Heinrich, Lutz J.; Roithmayr, Friedrich* : Wirtschaftsinformatik-Lexikon. 6., vollst. überarb. und erw. Aufl., Oldenbourg, München 1998.

[HiFe1994] *Hill, Wilhelm; Fehlbaum, Raymond; Ulrich, Peter* : Organisationslehre 1: Ziele, Instrumente und Bedingungen der Organisation sozialer Systeme. 5., überarbeitete Auflage, Haupt, Bern 1994.

[HiSc1995] *Hirschmann, P. ; Scheer, A.-W.* : Einsatz von Multi-Agenten-Systemen zum Geschäftsprozeßmanagement. In: *Schipanski, D. (Hrsg.)*: Produktionsfaktor Information. 6. Ilmenauer Wirtschaftsforum. TU Ilmenau, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Ilmenau 1995.

[Ihde1999] *Ihde, Gösta B.* : Mikro- und Makrologistik. In: *Weber, Jürgen; Baumgarten, Helmut (Hrsg.)* : Handbuch Logistik: Management von Material- und Warenflußprozessen. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1999, S. 115-128.

[Iser1994] *Isermann, Heinz* : Logistik im Unternehmen – eine Einführung. In: *Isermann, Heinz (Hrsg.)* : Logistik: Beschaffung, Produktion, Distribution. Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech 1994.

[Jans1979] *Jansen, Rolf* : Krankenhauslogistik – Planung und Betrieb von Transport- und Lagersystemen zur Ver- und Entsorgung von Krankenhausbetrieben. Institut für Logistik der Gesellschaft für Logistik e.V., Dortmund 1979.

[JuMy1999] *Jurisica, Igor; Mylopoulos, John; Yu, Eric* : Using Ontologies for Knowledge Management: An Information Systems Perspective. Proceedings Annual Conference of the American Society for Information Science, Washington 1999,
ftp://ftp.cs.toronto.edu/pub/eric/asis99.pdf,
Abruf 2000-05-19.

[Kirn2000] *Kirn, Stefan* : Intelligente Softwareagenten – eine neue Softwaretechnologie auf dem Weg in die praktische Anwendung. In: Wirtschaftsinformatik 42 (2000) 2, S.180-181.

[Klau1999] *Klaus, Peter* : Logistik als „Weltsicht". In: *Weber, Jürgen; Baumgarten, Helmut (Hrsg.)* : Handbuch Logistik: Management von Material- und Warenflußprozessen. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1999, S. 15-32.

[Klos1999] *Klose, Martin* : Dienstleistungsproduktion – Ein theoretischer Rahmen. In: *Corsten, Hans; Schneider, Herfried (Hrsg.)*: Wettbewerbsfaktor Dienstleistung. Vahlen, München 1999, S. 3-22.

[Knie1996] *Knieps, Franz:* Kooperative Versorgungs- und Versicherungsmodelle – Vom Hausarztmodell zur Qualitätspartnerschaft. In: *Düllings, Josef (Hrsg.)*: Von der Budgetierung zur Strukturreform im Gesundheitswesen. von Decker, Heidelberg 1996, S. 89-106.

[Koby1998] *Kobylka, Andrea* : Planung dynamischer Strukturen von Produktionssystemen. In: *Engeli, Max; Hrdliczka, Veronika (Hrsg.)*: Simulationstechnik. 12. Symposium in Zürich, Tagungsband, September 1998, vdf Hochschulverlag AG, Zürich 1998, S. 403-410.

[Krug1998] *Krug, W. et al.* : Intelligente Entscheidungsfindung in der Industrie durch Simulation und Optimierung. In: *Engeli, Max; Hrdliczka, Veronika (Hrsg.)* : Simulationstechnik. 12. Symposium in Zürich, Tagungsband, September 1998, vdf Hochschulverlag AG, Zürich 1998, S. 481-486.

[LaSc1997] *Langner, Peter; Schneider, Christoph; Wehler, Joachim* : Prozeßmodellierung mit ereignisgesteuerten Prozeßketten (EPKs) und Petri-Netzen. In: Wirtschaftsinformatik 39 (1997) 5, S. 479-489.

[Leid1987] *Leidl, Reiner* : Die fallbezogene Spezifikation des Krankenhausprodukts: Ein methodischer und empirischer Beitrag. Springer, Berlin 1987.

[Lin1998] *Lin, F.-R.; Tan G. W.; Shaw; M. J.* : Modeling Supply-Chain Networks by a Multi-Agent-System. In: *Dolk, Daniel R. (Ed.)* : Modeling Technologies and Intelligent Systems Track, Proceedings of the Thirty-First Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Volume V, IEEE Computer Society, Los Alamitos 1998, S. 105-114.

[Matt1973] *Matthes, Winfried* : Terminierungsmodelle für klinische Prozesse: Anregungen zur Konstruktion realer Entscheidungsmodelle für die Terminplanung in Krankenhäusern, Teil I (Problemskizze) und Teil II (Terminanalyse), Beiträge zur Unternehmensforschung am Institut für Unternehmensführung insbesondere Unternehmensforschung der FU Berlin, Heft 4, Berlin 1973.

[MeBr1997] *Meffert, Heribert; Bruhn, Manfred* : Dienstleistungsmarketing: Grundlagen – Konzepte – Methoden. 2. Aufl., Gabler, Wiesbaden 1997.

[Mert1998] *Mertens, P.* : Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. 5. Auflage, Springer, Berlin 1998.

[MoRa1999] *Monka, Michael; Rath,* Thomas : Fallmanagement in Deutschland. In: Führen und Wirtschaften im Krankenhaus 16 (1999) 4, S. 347-350.

[Morr1996] *Morra, Francesco*: Wirkungsorientiertes Krankenhausmanagement: Ein Führungshandbuch. Haupt, Bern 1996.

[NüZi1998] *Nüttgens, Markus; Zimmermann, Volker* : Geschäftsprozeßmodellierung mit der objektorientierten Ereignisgesteuerten Prozesskette. In: *Maicher, Michael; Scheruhn, Hans-Jürgen (Hrsg.)* : Informationsmodellierung: Referenzmodelle und Werkzeuge. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden 1998, S. 23-36.

[Nwan1996] *Nwana, Hyacinth S.* : Software Agents: An Overview. In: Knowledge Engineering Review, 11 (1996) 3, S. 1-40, http://www.ai.univie.ac.at/%7Epaolo/lva/vu-sa/html/ao, Abruf 2000-04-17.

[OdPa2000] *Odell, James; van Dyke Parunak, H.; Bauer, Bernhard* : Extending UML for Agents. Second International Bi-Conference Workshop on Agent-oriented Information Systems (AOIS-2000), Stockholm 2000, http://www..inf.fu-berlin.de/~wagner/AOIS/2000/Odell.pdf, Abruf 2000-05-19.

[Pfoh1996] *Pfohl, Hans-Christian* : Logistiksysteme : betriebswirtschaftliche Grundlagen. 5., überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer, Berlin 1996.

[Pföh1999] *Pföhler, Wolfgang* : Wie kann sich ein Krankenhaus durch den Aufbau neuer Geschäftsfelder und die Nutzung interner Ressourcen zusätzliche Einnahmequellen öffnen? In: Das Krankenhaus 51 (1999) 6, S. 348-356.

[PiRe1991] *Picot, Arnold; Reichwald, Ralf* : Informationswirtschaft. In: *Heinen, Edmund (Hrsg.)* : Industriebetriebslehre: Entscheidungen im Industriebetrieb. 9. vollst. bearb. und erw. Aufl., Gabler, Wiesbaden 1991, S. 241-394.

[Psch1994] *Pschyrembel, Willibald (Hrsg.)* : Klinisches Wörterbuch. 257. Auflage, de Gruyter, Berlin 1994.

[ReDi1991] *Reichwald, Ralf; Dietel, Bernhard* : Produktionswirtschaft. In: *Heinen, Edmund (Hrsg.)* : Industriebetriebslehre: Entscheidungen im Industriebetrieb. 9. vollst. bearb. und erw. Aufl., Gabler, Wiesbaden 1991, S. 395-622.

[Rich1997] *Richter, Henrik* : Qualitative Modellierung, Simulation und operative Steuerung dynamischer Systeme. VDI Verlag, Düsseldorf 1997.

[Rose1996] *Rosemann, Michael* : Komplexitätsmanagement in Prozeßmodellen – Methodenspezifische Gestaltungsempfehlungen für die Informationsmodellierung. Gabler, Wiesbaden 1996.

[Ross1995] *Ross, David Frederick* : Distribution: Planning and Control. Chapman & Hall, New York 1995.

[Rump1999] *Rump, Frank* : Geschäftsprozessmanagement auf der Basis ereignisgesteuerter Prozessketten : Formalisierung, Analyse und Ausführung von EPKs. Teubner, Stuttgart 1999.

[Rupp1993] *Rupper, Peter* : Logistik – eine neue Unternehmensdimension. In: *Rupper, Peter (Hrsg.)* : Unternehmenslogistik. Verlag für Industrielle Organisation, Zürich 1993, S. 1-24.

[Sche1993] *Scheer, August-Wilhelm* : ARIS – Architektur integrierter Informationssysteme. In: *Scheer, August-Wilhelm (Hrsg.)* : Handbuch Informationsmanagement. Gabler, Wiesbaden 1993, S. 173-188.

[Sche1998a] *Scheer, August-Wilhelm* : ARIS – Vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem. 3., völlig neubearb. und erw. Aufl., Springer, Berlin 1998.

[Sche1998b] *Scheer, August-Wilhelm* : ARIS – Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen. 3., völlig neubearb. und erw. Aufl., Springer, Berlin 1998.

[Schm1993] *Schmitz, Ralf-Michael* : Patientenbezogene Steuerung im Krankenhaus: Ein Konzept zur patientenbezogenen Steuerung im Primärleistungsbereich mit Hilfe fallgruppengegliederter Leistungskategorien. Kohlhammer, Stuttgart 1993.

[Schn1999] *Schneider, Herfried :* Produktion als Dienstleistungsprozess – Ein theoretischer Rahmen. In: *Corsten, Hans; Schneider, Herfried (Hrsg.)*: Wettbewerbsfaktor Dienstleistung. Vahlen, München 1999, S. 215-238.

[Scmd1994] *Schmid, Kurt* : Komplexe interaktive Systeme der anwendungsorientierten Informatik: Interdisziplinäre Analyse-, Entwicklungs- und Gestaltungsmethoden. Dissertation, Fakultät für Informatik der Universität Stuttgart 1994.

[ScWi1998] *Schwartz, Friedrich W.; Wismar, Matthias* : Planung und Management. In: *Schwartz, Friedrich W. (Hrsg.)*: Das Public Health Buch. Urban & Schwarzenberg, München 1998, S. 558-573.

[SeKa1997] *Seipp, Hans-Martin; Kasper, Erik* : Sammlung, Lagerung und Transport von Müll und Abfall im Krankenhaus. In: *Botzenhart, Konrad; Heeg, Peter; Streib, Roland (Hrsg.)* : Entsorgung in medizinischen Einrichtungen: Zuordnung, Sammlung, Lagerung, Transport, Behandlung medizinischer Abfälle. Gustav Fischer, Stuttgart 1997, S. 48-75.

[SiAl1998] *Si Alhir, Sinan* : UML in a Nutshell. O'Reilly, Sebastopol 1998.

[Solo1998] *Solot, Ph. et al.* : Realitätsnahe logistische Simulation diskret-kontinuierlicher Verfahren in der Prozeßindustrie. In: *Engeli, Max; Hrdliczka, Veronika (Hrsg.)* : Simulationstechnik. 12. Symposium in Zürich, Tagungsband, September 1998, vdf Hochschulverlag AG, Zürich 1998, S. 465-472.

[SpMe1993] *Spur, Günter; Mertins, Kai; Jochem, Roland* : Integrierte Unternehmensmodellierung. Beuth, Berlin 1993.

[Stau1999] *Staud, Josef* : Geschäftsprozeßanalyse mit ereignisgesteuerten Prozessketten : Grundlagen des Business Reengineering fuer SAP R/3 und andere betriebswirtschaftliche Standardsoftware. Springer, Berlin 1999.

[StHe1997] *Streib, Roland ; Heeg, Peter* : Entsorgungskonzept. In: *Botzenhart, Konrad; Heeg, Peter; Streib, Roland (Hrsg.)* : Entsorgung in medizinischen Einrichtungen: Zuordnung, Sammlung, Lagerung, Transport, Behandlung medizinischer Abfälle. Gustav Fischer, Stuttgart 1997, S. 201-216.

[SzKl1993] *Szyperski, Norbert; Klein Stefan* : Informationslogistik und virtuelle Organisationen. In: DBW 53 (1993) 2, S. 187-208.

[Webe1999] *Weber, Jürgen* : Ursprünge, praktische Entwicklung und theoretische Einordnung der Logistik. In: *Weber, Jürgen; Baumgarten, Helmut (Hrsg.)* : Handbuch Logistik: Management von Material- und Warenflußprozessen. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1999, S. 3-14.

[WeKu1998] *Weber, Jürgen; Kummer, Sebastian* : Logistikmanagement. 2. Auflage, Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1998.

[Wild1995] *Wildemann, Horst* : Die lernende Organisation: Anforderungen und Perspektiven für die Logistik. In: *Pfohl, Hans-Christian (Hrsg.)* : Organisationsgestaltung in der Logistik. Erich Schmidt, Berlin, 1995, S. 17-36.

[WoJe1995] *Wooldridge, Michael; Jennings, Nick* : Intelligent Agents: Theory and Praxis. In: Knowledge Engineering Review 10 (1995) 2, http://www.ai.univie.ac.at/~paolo/lva/vu-sa/html/ker95,
Abruf am 2000-04-17.

[Yu1995] *Yu, Eric* : Models for Supporting the Redesign of Organizational Work. Proc. Conference on Organizational Computing Systems, Milpitas 1995,
ftp://ftp.cs.toronto.edu/pub/eric/COOCS95.pdf,
Abruf 2000-05-08.

[YuLi2000] *Yu, Eric; Liu, Lin* : Modelling Trust in the i* Strategic Actors Framework. Proceedings of the 3rd Workshop on Deception, Fraud and Trust in Agent Societies. Barcelona 2000,
ftp://ftp.cs.utoronto.ca/pub/eric/Trust00.pdf.gz,
Abruf 2000-05-19.

[YuMy1993] *Yu, Eric S. K.; Mylopoulos, John* : An Actor Dependency Modell of Organizational Work – With Application to Business Process Reengineering. Proc. Conference on Organizational Computing Systems, Milpitas 1993,
ftp://ftp.cs.toronto.edu/pub/eric/COOCS93.pdf,
Abruf am 2000-05-08.

[YuMy1994a] *Yu, Eric S. K.; Mylopoulos, John* : Understandig „Why“ in Software Process Modelling, Analysis, and Design. Soreto, Proceedings of 16th International Conference on Software Engineering 1994, ftp://ftp.cs.toronto.edu/pub/eric/ICSE94.pdf, Abruf am 2000-05-08.

[YuMy1994b] *Yu, Eric S. K.; Mylopoulos, John* : Form E-R to „A-R“ – Modelling Strategic Actor Relationships for Business Process Reengineering. Proceedings of 13th Int. Conf. on the Entity-Relationship-Approach, Manchester 1994, ftp://ftp.cs.toronto.edu/pub/eric/ER94.pdf, Abruf am 2000-05-08.

[YuMy1997] *Yu, Eric S. K.; Mylopoulos, John* : Modelling Organizational Issues for Enterprise Integration. Proceedings of International Conference on Enterprise Integration and Modelling Technology, Turin 1997, ftp://ftp.cs.toronto.edu/pub/eric/ICEIMT97.pdf, Abruf am 2000-05-08.

[YuMy1998] *Yu, Eric S. K.; Mylopoulos, John* : Why Goal-Oriented Requirements Engineering. Proceedings of the 4th International Workshop on Software Specification and Design, Pisa 1998, ftp://ftp.cs.toronto.edu/pub/eric/REFSQ98.html, Abruf am 2000-05-08.

[Zahn1994] *Zahn, Erich* : Modellierung von Logistikketten - eine Entscheidungshilfe für die Gestaltung von Logistiksystemen. In: *Pfohl, H.-Chr. (Hrsg.)* : Management der Logistikkette: Kostensenkung – Leistungssteigerung – Erfolgspotential. Erich Schmidt Verlag, Stuttgart 1994, S. 35-74.

Anhang

A. Dokumente des Südharz-Krankenhauses Nordhausen

A.1. Versorgung der Wöchnerin nach normaler Entbindung

- 2 Stunden nach Geburt liegen
- Ausfluss = Lochien – infektiös, deshalb eine Vorlage nehmen und öfters wechseln
- Händedesinfektion mit Spitaderm
- Wöchnerin trägt saubere, kochfeste Wäsche oder Einmalschl.
- stets sauberes Bett
- Stilleinlagen oder sterile Brustwickel und gut sitzender Still-BH
- Urinentleerung nach 8 Stunden spontan, ansonsten spätestens nach 12 Stunden Katheterisierung
- Medikamentöse Behandlung bei Bedarf zur Rückbildung der Gebärmutter
- Kontrolle der Epi.
- 4 Tage stationärer Aufenthalt bei normaler Geburt, bei Entlassung Aufklärung über Geschlechtsverkehr (erst nach 6 Wochen), Auftreten von Wochenbetts-komplikationen (Blutungen, Schmerzen, Fieber, Mastritiszeichen), Termin für gynäkologische Nachuntersuchung

A.2. Pflegeprogramm bei durchgeführtem Kaiserschnitt

Bei diesem Entbindungsverfahren wird das Kind durch operative Eröffnung der Bauchhöhle und der Gebärmutter geboren, wobei die Patientin narkotisiert wird.
Aus diesem Vorgehen leiten sich die meisten Maßnahmen für die postoperative Überwachung und Betreuung der Patienten ab.

<u>Am Operationstag:</u>

- Bequeme Lagerung der Patientin im Bett
- Überwachung der vitalen Funktionen (Blutdruck, Puls, Temperatur, Atmung) laut Anordnung im Narkoseprotokoll
- Infusions- und Transfusionsprogramm nach Anordnung

- Qualitative und quantitative Kontrolle der Lochialabsonderung und der Urinausscheidung: Zur Anregung der Uteruskontraktion werden bis zum Abführen kontinuierlich 5 IE Oxytocin pro 500ml Infusionslösung infundiert (max. 15 IE Oxytocin / Tag).
- Im Normalfall wird das spontane Wasserlassen angestrebt. Ist das nicht möglich, wird die Blase 8-stdl. durch Katheterismus entleert.
- Wechsel der Vorlage mindestens 2-stündlich
- Kontrolle des Bauchverbandes auf festen Sitz und eventuell Durchblutung
- Laufende Mundpflege
- Ganzkörperpflege der Patientin 8-stündlich, Abreiben des Rückens mit Franzbranntwein
- Unterstützung und Hilfeleistung bei der Stilltätigkeit

Am 1. Tag postoperativ

- Die gleichen Maßnahmen wie am Vortag und nach Anordnung
- Laborkontrollen laut Anordnung
- Bewegungsübungen im Bett. Erstes Aufstehen mit Hilfe und Wiederholung 8-stündlich.
- Bei Verschleimung 2x täglich Inhalation
- Tee nach Anordnung

Am 2. Tag postoperativ

- Die gleichen Maßnahmen wie am Vortrag und nach Anordnung.
- Hilfeleistung bei der Körperpflege.

Am 3. Tag postoperativ

- Die gleichen Maßnahmen wie am Vortrag und nach Anordnung
- Abführmaßnahmen: morgens Sorbitgranulat in Tee, wenn bis mittags nicht abgeführt, dann Einlauf
- Nach erfolgreichem Abführen Beendigung der Infusionstherapie
- Gabe von Schonkost

- Methylergobrevin 3x1 Amp. täglich
- Anleitung vom selbständigen Aufstehen und selbständiger Körperpflege

Am 7. Tag postoperativ

- Blutbild- und Urinkontrolle nach Anordnung
- Verbandswechsel und Kontrolle der Intercutannaht

Am 11. Tag postoperativ

- Bei normalem Verlauf Entlassung der Patientin nach Hause

A.3. Beitrag des Pflegepersonals zur schnelleren Genesung der Patientinnen

Wochenbett beginnt 2 Stunden nach Geburt der Nachgeburt

- Nach Einlieferung auf Station:
    - Einweisung Wochenbetthygiene
    - Hausordnung
    - Information Räumlichkeiten
- Psychische Betreuung der Patientinnen sehr wichtig
    - Freundlichkeit
    - Zuhören
    - Information
- Desinfektionsmaßnahmen
    - Neue Handtücher / Tischdecken
    - Verschmutzte Beckunterlagen sofort wechseln
    - Blumen / Blumenwasser
- Durchlüftung Zimmer
    - Nach morgendlichen Pflegearbeiten
    - Nach Besuchszeit
    - Nach Stillen
- Durchführung Verordnungen
    - Katheterisieren

- Entnahme Venenblut
- Intramuskuläre Injektionen

– Prophylaktische Maßnahmen
  - Debikus
  - Parotitis
  - Pneunomie
  - Durch Säuglingsschwester: Mastitisprophylaxe

– Ausreichende Versorgung mit Getränken

A.4. Arbeitsablauf der Wochenstation

Frühdienst 6.00-14.45 Uhr

6.00 - 6.15 Dienstübergabe

6.15 - 6.45 Temperatur, Puls, RR-Kontrolle bei allen Patienten,
Anlegen von externen CTG, Aufnahme von ambulanten OP- Patienten

6.45 - 7.15 Waschen von Muttis nach operativer Entbindung + Prophylaxen
Waschschüsseln setzen bei Patienten mit Blasensprung, Tokolyse,
Symphysendehnung, Rasur u. Prämedikation bei ambulanter OP

7.15 - 7.45 Fahrt von ambulanten Patienten in den OP, Betten aller Patienten,
Desinfektion der Nachtschränke, Freies Stillen- Hilfe + Anleitung

7.45 - 8.00 Blutentnahme laut Anordnung,
Verordnungen ausführen (Spritzen, Verbandwechsel, Sitzbad)

8.00 - 8.15 Frühstück austeilen, Aufnahme von Amniozentesen

8.15 - 9.00 Visite

9.00 - 9.45 Aufarbeitung der Visite, Verordnungen ausführen,
Zureichung bei Untersuchungen (Pelvic-Score, Abstriche),
Fahrt zur Sonographie in den Kreißsaal , Optiplan schreiben

9.45 - 10.00 Frühstück des Personals

10.00 –11.30 Aufnahme von Schwangeren (Optiplan anlegen, Blutentnahme laut Anordnung, Kreislaufkontrolle, externes CTG usw.)
auf Abruf zur Chefarztsprechstunde,
Versorgung von Sectio, Blasensprung u. Tokolyse,
Überwachung der ambulanten OP,

Hilfe u. Anleitung beim Freien Stillen, Abpumpen , Entlassungspapiere, Essenkarten schreiben,
bei Bedarf Haare waschen langliegenden Patienten

11.30 – 11.45 Austeilen der gesetzten Medikamente u. Mittagessen

11.45 - 12.15 Entlassung der Wöchnerinnen u. Säuglinge, Betten tauschen, Desinfektion der Nachtschränke

12.15-12.30 Verordnung ausführen (Spritzen, Verbandwechsel)
Anlegen von externen CTG, Hilfe beim Freien Stillen u. Abpumpen

12.30 - 13.00 Mittag des Personals

13.00 – 13.30 Aufräumen der Spüle u. des Behandlungsraum, Optiplan schreiben

13.30 – 13.45 Dienstübergabe

13.45 – 14.00 Kaffee austeilen

14.00 - 14.45 Bestellung für Apotheke, Materialwirtschaft, Wäsche eingeben u. legen, Austeilen von Präsenten (Pflegeartikel),
ständige Überwachung von Infusionen,
jederzeit Aufnahme von Schwangeren u. Wöchnerinnen

Spätdienst 13.30 Uhr - 22.00 Uhr

13.30-14.00 Dienstübergabe
Durchgang der Pat.-Zimmer mit der Schwester von Station
(Temperatur - und Pulskontrolle)
evtl. Sonographie in der Kinderklinik oder Kinderbetten reinigen
nach telefonischer Rücksprache mit Kinderarzt evtl. Verlegung in die Kinderklinik, Pat. Kaffee reichen, wenn notwendig Kontrolle Hörtest

ab 14.00 auf Abruf - CA Dr. Sieg (Ambulanz-Hilfeleistung)
Wäschebestellung, Apotheke eingeben bzw. Materialwirtschaft,
Kinderwäsche legen

15.30 -15.45 Kaffeepause - Personal (Kinderzimmer)

16.00-17.30 Freies Stillen - Anleitung beim Wickeln sowie Stillhilfe,
Hilfeleistung beim Abpumpen, Brustkontrolle

17.30-18.30 Hilfe bei anfallenden Arbeiten auf der Station (Abendessen austeilen)
Desinfektion der Milchküche - Pumpen ausweichen, Flaschen reinigen und Sauger auskochen

18.30 -18.45 Abendessen - Personal (Kinderzimmer)

18.45-20.00 Kinderwäsche legen, Stillgespräche führen
Mithilfe auf Station (z.B. Patientinnen betten, Schüssel setzen, CTG anlegen, Medikation verabreichen)

20.00-21.30 Freies Stillen - Anleitung beim Wickeln sowie Stillhilfe, Hilfeleistung beim Abpumpen

21.30 -21.45 Dokumentation – Optiplan; ständige Überwachung der Rufanlage

21.45 -22.00 Dienstübergabe
jederzeit Aufnahme eines Neugeborenen im Kinderzimmer

Nachtdienst 21.45 Uhr - 06.15 Uhr

21.45 - 22.00 Dienstübergabe, Rundgang - Kinderzimmer
ständige Überwachung - Kinderzimmer

22.00- 23.00 Freies Stillen - Kinder ins Kinderzimmer zur Nachtruhe bringen, bei Bedarf Flaschen füttern, anfallende Arbeiten in der Milchküche
Desinfektion der Milchküche - Pumpen ausweichen, Flaschen reinigen, Sauger auskochen, Lösung erneuern, Wäsche anfordern, Kinderwäsche legen

zwischen

23.00 - 01.00 Arbeiten auf Station erledigen

Pause - Personal (30 min Pause)

23.30 - 01.00 Wäsche legen, Wickeltische auffüllen
Aufräumungsarbeiten auf Station

01.00 - 02.30 Kinder wickeln und nach Bedarf anlegen, Abpumpen nach Bedarf, wenn Kind in der Kinderklinik ist
ständige Anleitung beim Stillen, Brustkontrolle,
Milchgeschirr einweichen

02.30 – 04.00 Kind nach Bedarf wieder in das Kinderzimmer bringen, Wäsche legen, Dokumentation - Optiplan

04.00 - 05.00 Milchgeschirr ausweichen, Sauger auskochen

05.00 - 06.00 Kinder wickeln und nach Bedarf anlegen,
Abpumpen nach Bedarf, wenn Kind in der Kinderklinik ist,
Flaschen bei Bedarf füttern, Anleitung beim Stillen, Brustkontrolle,

jederzeit Aufnahme eines Neugeborenen im Kinderzimmer
evtl. Verlegung eines NG in die Kinderklinik möglich
Dokumentation - Optiplan
ständige Überwachung der Rufanlage
wenn Notwendigkeit besteht - Pat. in den Kreißsaal zur Einleitung der Geburt fahren

06.00 - 06.15 Dienstübergabe

A.5. Arbeitsablauf im Kinderzimmer

Frühdienst 6.00 - 14.45 Uhr

6.00 – 6.15 Dienstübergabe
Info - Milchküche der Kinderklinik einholen (Bestellaufnahme)

6.15 - 8.00 Säuglingsbad (Grundkrankenpflege) Temperatur - u. Gewichtskontrolle, Nabelversorgung, Betten putzen, Anlernen der Mütter beim Vorbaden , Entlassungen - Infogespräch, Verhalten bei Stillschwierigkeiten, Rachitisprophylaxe (Dekristolgabe), Vorsorgeuntersuchungen, Kinderkurven bzw. Optiplan schreiben

8.00 - 8.30 Staub wischen im Kinderzimmer u. der Wickel in den Patientenzimmern, aufräumen

8.30 – 9.00 Freies Stillen, Anleitung beim Wickeln , Hilfe beim Anlegen der Kinder, Brustkontrolle, Abpumpen

9.00 Hörtest in Begleitung der Schwester auf Station 2B

9.00 - 9.45 Frühstück des Personals

9.45 - 10.00 Zur Kinderarztvisite richten

10.00 - 11.00 Kinderarztvisite, Vorsorgeuntersuchung U1 bzw. U2 ,
eventuell Laboruntersuchung, Diagnostik, Ultraschall,
Schädelsonografie im Kreißsaal, Hüftsonografie in Begleitung der Kinder auf der Fahrt zur Kinderklinik, Verlegung eines Kindes in die Kinderklinik

11.00 – 12.00 Anfallende Arbeiten in der Milchküche (Desinfektion) erledigen ,
elektrische Pumpen ausweichen, Ansatzstücke u. Handpumpen

desinfizieren , Sauger auskochen , Sterilgut erneuern usw.

12.00 - 12.30 Mittagspause für Personal

12.30 - 13.30 Freies Stillen - Infogespräch u. Anleitung der Muttis während des Stillens

13.30 - 14.00 Bettendesinfektion der Entlassungen, Dienstübergabe

14.00 - 14.15 Präsente (Pflegeartikel) austeilen

14.15 - 14.45 Bestellungen für Apotheke, Materialwirtschaft,
Wäsche eingeben u. Wäsche legen,
jederzeit Aufnahme von Neugeborenen bzw. Rückverlegung der Kinder aus der Kinderklinik

B. Syntax in dieser Arbeit verwendeter Modellierungsmethoden

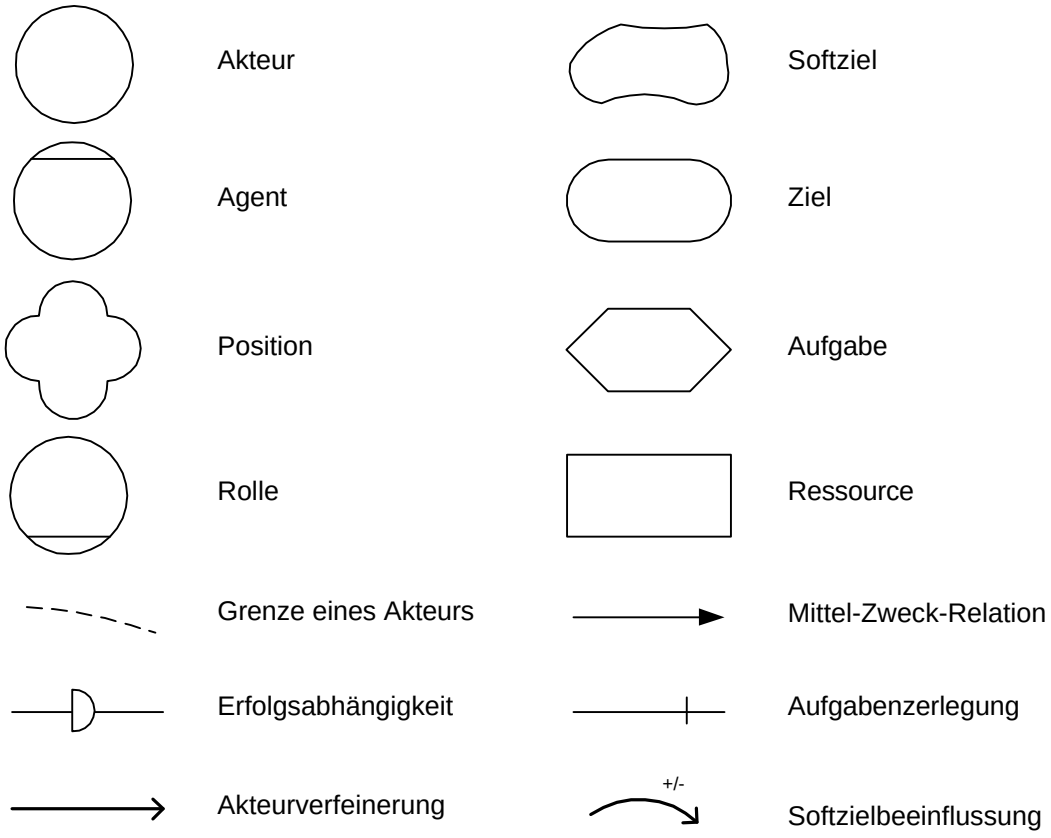


Bild 33 Syntaxübersicht i*-Framework
[in Anlehnung an YuMy1994a, YuMy1994b]

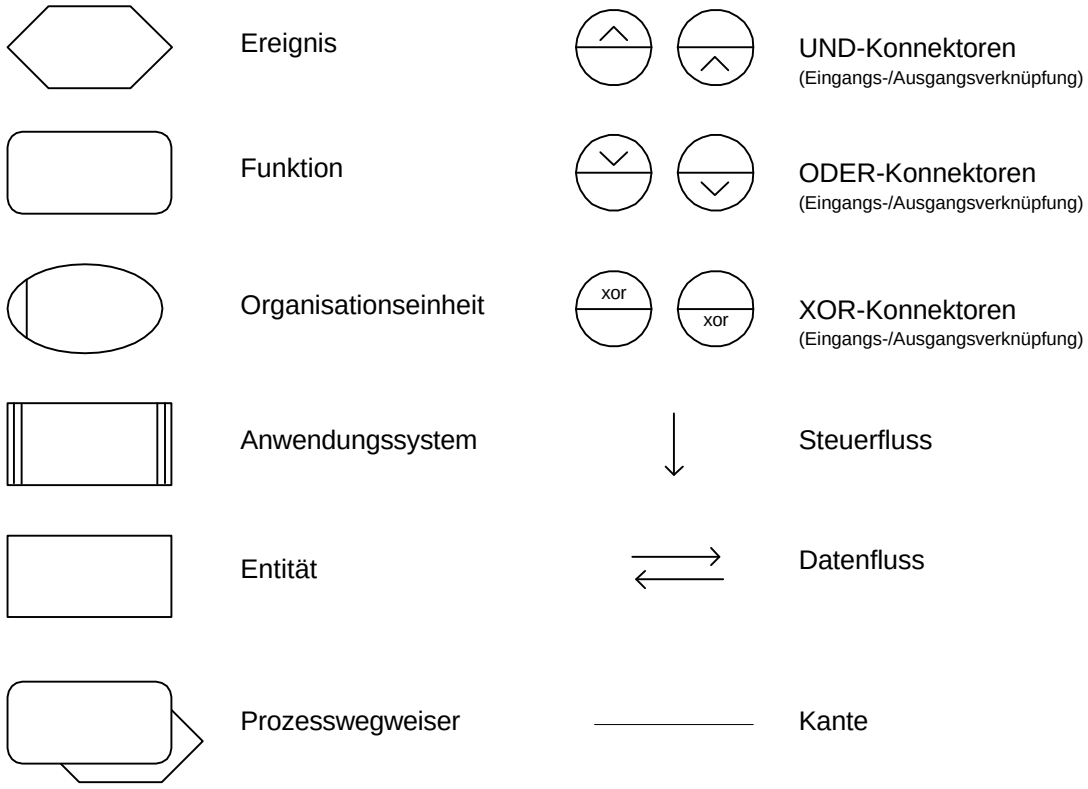


Bild 34 Syntaxübersicht Ereignisgesteuerte Prozessketten
[in Anlehnung an Scee1998b, 17; NüZi1998, 26]

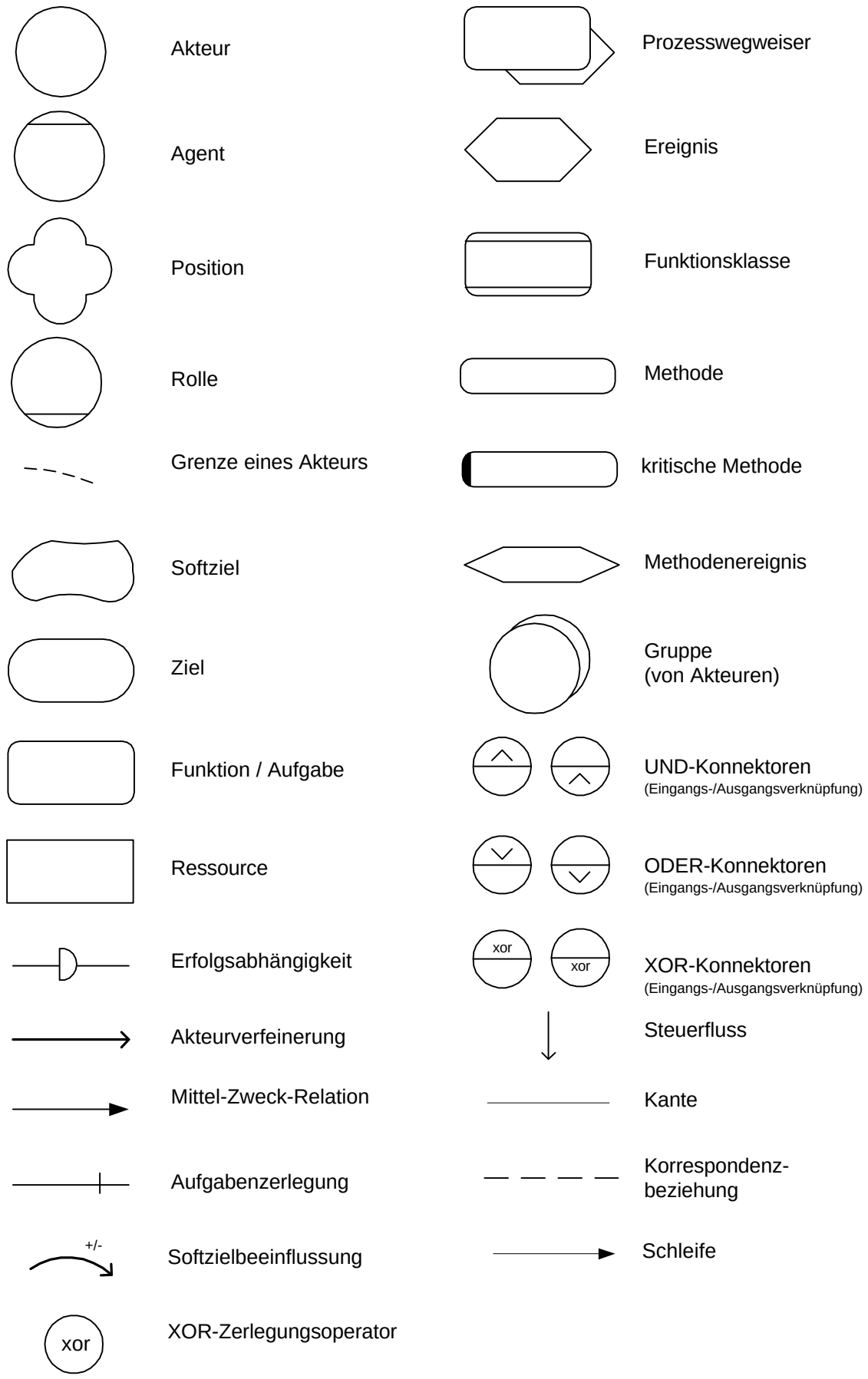


Bild 35 Syntaxübersicht der aARIS-Modellierungsmethoden

C. Glossar medizinischer Begriffe

Bei der Erklärung der verwendeten medizinischen Fachbegriffe handelt es sich um eine verkürzte Wiedergabe der Erläuterungen in [Psch1994]. Querverweise auf andere Erklärungen sind mit ( ) gekennzeichnet.

Amniozentese: Methode zur Fruchtwasserdiagnostik [Psch1994, 55 und 496].

Blasensprung: Zerreißen der Fruchtblase und nachfolgendes Abfließen des Fruchtwassers [Psch1994, 191].

CA: Abkürzung für Chefarzt.

CTG: Abkürzung für *Kardiotokogramm* [Psch1994, 292].

Dammriss: Scheidendammriss; Weichteilverletzung unter der Geburt mit Einriss der Scheidenhaut. ***Einteilung: 1. Grad:*** Riss bis maximal zur Hälfte des Dammes; ***2. Grad:*** Riss durch die Dammmuskulatur; ***3. Grad:*** totaler Dammriss, evtl. mit Mastdarmriss [Psch1994, 298].

fetal: den *Fetus* betreffend.

Fetus: auch ***Fötus***; Bezeichnung für die Frucht im Mutterleib von der 9. Schwangerschaftswoche bis zur Geburt [Psch1994, 462 und 465].

Fruchtwasser: den Fetus umgebende Flüssigkeit; Funktionen: Schutz, Austausch- und Transportmedium [Psch1994, 496].

Lochien: Wochenfluss; Wundsekretion der Gebärmuter bis 6 Wochen nach der Geburt [Psch1994, 892].

Kardiotokogramm: fortlaufende apparative Ableitung und Aufzeichnung der *fetalen* Herzschlagfrequenz und gleichzeitig der Wehentätigkeit in der Spätschwangerschaft und während der Geburt [Psch1994, 756].

Prämedikation: medikamentöse Narkosevorbereitung eines Patienten [Psch1994, 1236].

Prophylaxe: in der Krankenpflege Maßnahmen zur Vorbeugung bestimmter, meist im Zusammenhang mit Bettlägerigkeit und Bewegungseinschränkung auftretender Krankheiten [Psch1994, 1245].

RR: Abk. für mit dem Riva-Rocci-Apparat gemessene Blutwerte [Psch1994, 1347].

Sectio: hier verkürzt für ***Sectio caesarea*** (Kaiserschnitt) [Psch1994, 1401].

Symphysendehnung: Dehnung der Schambeinfuge.

Tokolyse: Wehenhemmung in der Schwangerschaft bei vorzeitiger oder übermäßiger Wehentätigkeit [Psch1994, 1544].

uterin: den *Uterus* betreffend.

Uterus: Gebärmutter.

vitale Funktionen: hier: Blutdruck, Puls, Temperatur, Atmung.

Selbständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Diplomarbeit selbständig und nur unter Nutzung der zugelassenen Hilfsmittel und der angegebenen Quellen erstellt zu haben.

Ort, Datum Enrico Senger