

Heß, Michael

**Research Report**

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung ausgewählter medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering

ICB-Research Report, No. 60

**Provided in Cooperation with:**

University Duisburg-Essen, Institute for Computer Science and Business Information Systems (ICB)

*Suggested Citation:* Heß, Michael (2014) : Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung ausgewählter medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering, ICB-Research Report, No. 60, Universität Duisburg-Essen, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik (ICB), Essen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/104793>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



**ICB**

Institut für Informatik und  
Wirtschaftsinformatik

Michael Heß



Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse  
kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung ausgewählter  
medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering

**ICB-RESEARCH REPORT**



Die Forschungsberichte des Instituts für Informatik und Wirtschaftsinformatik stellen vorläufige Ergebnisse dar, die i. d. R. noch für spätere Veröffentlichungen überarbeitet werden. Daher sind die Autoren für kritische Hinweise dankbar.

---

The ICB Research Reports comprise preliminary results which will usually be revised for subsequent publications. Critical comments would be appreciated by the authors.

---

Die durch das Urheberrecht begründeten Rechte, insbesondere der Übersetzung, des Nachdruckes, des Vortrags, der Vervielfältigung, der Weitergabe, der Veränderung und der Entnahme von Abbildungen und Tabellen – auch bei auszugsweiser Verwertung – bleiben vorbehalten.

---

All rights reserved. No part of this report may be reproduced by any means, or translated.

---

### **Author's Address:**

Michael Heß

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik  
und Unternehmensmodellierung  
Institut für Informatik und  
Wirtschaftsinformatik (ICB)  
Universität Duisburg-Essen  
Universitätsstr. 9  
45141 Essen

m.hess@uni-due.de

### **ICB Research Reports**

#### **Edited by:**

Prof. Dr. Heimo H. Adelsberger  
Prof. Dr. Frederik Ahlemann  
Prof. Dr. Peter Chamoni  
Prof. Dr. Klaus Echtele  
Prof. Dr. Stefan Eicker  
Prof. Dr. Ulrich Frank  
Prof. Dr. Michael Goedicke  
Prof. Dr. Volker Gruhn  
PD Dr. Christina Klüver  
Prof. Dr. Tobias Kollmann  
Prof. Dr. Bruno Müller-Clostermann  
Prof. Dr. Klaus Pohl  
Prof. Dr. Erwin P. Rathgeb  
Prof. Dr. Rainer Unland  
Prof. Dr. Stephan Zelewski

---

#### **Contact:**

Institut für Informatik und  
Wirtschaftsinformatik (ICB)  
Universität Duisburg-Essen  
Universitätsstr. 9  
45141 Essen

Tel.: +49 201-183-4041

Fax: +49 201-183-4011

Email: [icb@uni-duisburg-essen.de](mailto:icb@uni-duisburg-essen.de)

**ISSN 1860-2770 (Print)**

**ISSN 1866-5101 (Online)**



## Zusammenfassung

Der vorliegende Forschungsbericht zeigt die Ergebnisse der Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse ausgewählter medizinischer und administrativer Prozesse im Elisabeth-Krankenhaus Essen. Die Arbeiten sind Teil des Projekts Hospital Engineering und zielen auf die Identifikation von Potenzialen zur Optimierung administrativer, die medizinische Versorgung unterstützender Prozesse. Im Fokus stehen dabei Maßnahmen zur Steigerungen der Transparenz in Bezug auf Prozesse der Materialwirtschaft im Herzkatheterlabor sowie Prozesse, in denen materialwirtschaftliche Daten wiederverwendet werden können.

Optimierungspotenziale haben sich insbesondere im Hinblick auf die Integration existierender (Krankenhaus-)Informationssysteme gezeigt. Im Vordergrund steht hierbei die Bereitstellung materialwirtschaftlich erfasster Daten zur zielgerichteten Wiederverwendung in der medizinischen Dokumentation sowie in der Unterstützung materialwirtschaftlicher Prozesse in medizinischen Fachabteilungen. Darüber hinaus haben sich Optimierungspotenziale hinsichtlich der Gestaltung und Bedienbarkeit eingesetzter Informationssysteme mit Blick auf die Unterstützung des medizinischen Assistenzpersonals bei administrativen Tätigkeiten gezeigt.

Basierend auf den erzielten Erkenntnissen sind ausgewählte domänenspezifische Modellierungskonzepte entwickelt worden, die im Rahmen der Modellierung klinischer Pfade eingesetzt werden können. Diese Modelle können die Grundlage einer umfassenderen, multiperspektivischen Modellierung des Handlungssystems und der Informationssysteme des Krankenhauses liefern, zielgerichtete Analysen ermöglichen und damit zukünftige Weiterentwicklungen des Krankenhauses unterstützen.



# Vorwort

Der vorliegende Forschungsbericht ist im Rahmen des Projektes *Hospital Engineering – Innovationspfade für das Krankenhaus der Zukunft*<sup>1,2</sup> entstanden. Er präsentiert Ergebnisse des Leitprojektes *Transparenz in der Materialwirtschaft*.

Das Projekt *Hospital Engineering* ist im Zeitraum vom 01. Januar 2011 bis 31. März 2014 von der **Landesregierung NRW** und der **Europäischen Union – Europäischer Fonds für regionale Entwicklung** unter dem Förderkennzeichen 005-GW01-066E **gefördert** worden.

Das aus insgesamt 25 Partnern bestehende Projektkonsortium setzt sich aus Forschungseinrichtungen, Krankenhäusern, Softwareentwicklungs- und Industrieunternehmen zusammen.<sup>3</sup>

Für die Unterstützung bei der Erstellung dieses Forschungsberichtes gilt besonderer Dank den Projektpartnern des Elisabeth-Krankenhauses Essen<sup>4</sup> und dessen Trägergesellschaft, der Contilia Management GmbH<sup>5</sup>:

**Herr Michael Jacobs**, *Nurse Fellow of the European Society of Cardiology* (NFESC), zunächst Leiter des Assistenzpersonals im Herzkatheterlabor der Klinik für Kardiologie und Angiologie<sup>6</sup> (Direktorium: Prof. Dr. med. Georg V. Sabin, PD Dr. med. Oliver Bruder, PD Dr. med. Christoph K. Naber), später Pflegedienstleiter derselben Klinik und **Herr Johannes Laub** (NFESC), Mitglied des Assistenzpersonals im Herzkatheterlabor, haben maßgeblich zum Gelingen der Forschungsarbeit beigetragen. Sie haben mehrere Hospitationen im Herzkatheterlabor, die tiefgreifende Einblicke in die Arbeitsabläufe und Strukturen des Herzkatheterlabors ermöglicht haben, begleitet und die sich anschließenden Fragen im Detail beantwortet. Ohne diese Unterstützung wären die Beobachtungen zur Dokumentation und Analyse der Arbeitsabläufe und Strukturen von Herzkatheteruntersuchungen sowie von Herzschrittmacherimplantationen nicht möglich gewesen. Sie haben gleichzeitig auf administrative und organisatorische Herausforderungen aus Sicht des Assistenzpersonals hingewiesen, die ebenfalls in den vorliegenden Forschungsbericht eingeflossen sind.

---

<sup>1</sup>Projektwebseite: <http://www.hospital-engineering.org>.

<sup>2</sup>Projektwebseite des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik und Unternehmensmodellierung: <http://www.wi-inf.uni-duisburg-essen.de/FGFrank/index.php?lang=de&groupId=1&contentType=Project&projId=21>.

<sup>3</sup>Eine vollständige Auflistung aller Projektpartner findet sich unter <http://www.hospital-engineering.org/projektpartner.html>.

<sup>4</sup><http://www.elisabeth-essen.de>.

<sup>5</sup><http://www.contilia.de>.

<sup>6</sup><http://www.elisabeth-krankenhaus.contilia.de/kliniken/klinik-fuer-kardiologie-und-angiologie/>.

Weiterer Dank gilt **Frau Christiane Ostenförth**, die Herrn Jacobs in der Leitungsfunktion des Assistenzpersonals im Herzkatheterlabor nachgefolgt ist, sowie allen weiteren Mitgliedern des Assistenzpersonals, die unsere Fragen mit großer Geduld umfangreich beantwortet haben und gleichzeitig für die notwendige Entlastung ihrer Kollegen gesorgt haben, um diesen die für die Kooperation notwendigen Freiräume zu schaffen sowie dem **Direktorium der Klinik für Kardiologie und Angiologie** für die Unterstützung des Forschungsvorhabens.

**Herr Harald Aan't Heck**, während der Projektdurchführung Leiter des Zentraleinkaufs der Contilia Management GmbH, hat das Projekt Hospital Engineering seitens der Contilia Management GmbH von der ersten Stunde an betreut und den Kontakt zu allen im Elisabeth-Krankenhaus Essen sowie in der Contilia Management GmbH involvierten Ansprechpartnern in Medizin und Verwaltung initiiert. Gleichzeitig agierte er auch in schwierigen Zeiten stets als Promotor des Projektes.

Der Lektüre des Forschungsberichtes sei eine kurze Einordnung des Inhaltes vorangestellt: Die Kapitel 1 und 2 beschreiben den Kontext und führen in thematisch relevante Grundlagen ein. Entsprechend der Vorkenntnisse des Lesers sei hier selektives Lesen empfohlen. Die Kapitel 3 und 4 beinhalten die Ergebnisse der Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse, eine exemplarisch vorgenommene prozessorientierte Kostenkalkulation sowie daraus resultierende organisatorische/informationstechnische Verbesserungspotenziale der supportiven Prozesse und richten sich sowohl an Leser mit medizinischem als auch mit administrativem/technischen Hintergrund. Kapitel 5 richtet sich mit dem Entwurf ausgewählter Konzepte zur domänenspezifischen Modellierung von Ressourcentypen, die sowohl im Kontext der Modellierung klinischer Pfade als auch als Beitrag zur Weiterentwicklung existierender Informationssysteme im Krankenhaus genutzt werden können, primär an Leser mit informationstechnischem Hintergrund.

Insbesondere das Feld der Medizin ist durch stetigen Fortschritt wissenschaftlicher Erkenntnisse gekennzeichnet. Insofern sei der Leser stets gehalten, die im vorliegenden Forschungsbericht enthaltenen Aussagen mit fortschreitender Zeit unter Rückgriff auf aktuelle wissenschaftliche Publikationen stets hinsichtlich ihrer Aktualität und Korrektheit zu überprüfen. Darüber hinaus können die Inhalte aus medizinischer Sicht nicht dem Anspruch einer vollständigen, d. h. bis in das letzte Detail umfassenden, Beschreibung der Anwendungsfälle gerecht werden. Dies ist sowohl der nicht vorhandenen medizinischen Ausbildung des Autors als auch der Anpassung der Anwendungsfallbeschreibung an die Bedürfnisse des Forschungsberichtes mit Blick auf die formulierten Ziele des Forschungsprojekts geschuldet. Ungeachtet der wertvollen Unterstützung aller vorgenannten Projektpartner gehen alle Fehler oder Ungenauigkeiten einzig zu Lasten des Autors.

Essen, im Mai 2014

Michael Heß

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	viii
Tabellenverzeichnis	ix
1 Einleitung	1
1.1 Das Projekt <i>Hospital Engineering</i>	1
1.2 Das Leitprojekt <i>Transparenz in der Materialwirtschaft</i>	2
1.3 Zielsetzung, (forschungs-)methodische Einordnung und Gang der Arbeit	4
2 Grundlagen	6
2.1 Materialwirtschaft	6
2.2 Modelle und Modellierung	10
2.3 Herzkatheterisierung und Herzschrittmacherimplantation	12
2.3.1 Herzkatheterisierung	12
2.3.1.1 Diagnostische Herzkatheterisierung: Koronarangiographie	12
2.3.1.2 Therapeutische Herzkatheterisierung: Perkutane Transluminale Koronarangioplastie	13
2.3.1.3 Herzkatheterlabore und -interventionen in Deutschland: Statistische Kennzahlen	13
2.3.2 Herzschrittmacherimplantation	14
3 Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse	16
3.1 Allgemeines Vorgehen	16
3.2 Koronarangiographie und Perkutane Transluminale Koronarangioplastie	17
3.2.1 Prozessdokumentation	17
3.2.2 Informationsbedarfsanalyse	31
3.2.3 Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung	35
3.3 Herzschrittmacherimplantation	46
3.3.1 Prozessdokumentation	46
3.3.2 Informationsbedarfsanalyse	57
3.4 Administrative Prozesse im Kontext von Koronarangiographie, PTCA und Herzschrittmacherimplantation	61
3.4.1 Abrechnung der Koronarangiographie und PTCA	61
3.4.2 Tägliches Auffüllen des HKL-Lagers	67

3.4.3	Wöchentliche Bestellung des Herzkatheterlabors . . . . .	68
3.4.4	Bearbeitung der HKL-Bestellung im Zentraleinkauf . . . . .	71
3.4.5	Bestellung von Konsignationsware nach Herzschrittmacherimplantation	73
4	Identifizierte Verbesserungspotenziale	80
4.1	Verbesserungspotenziale im Rahmen der Koronarangiographie und PTCA . . .	80
4.1.1	Medizinische Dokumentation . . . . .	81
4.1.2	Abrechnung der medizinischen Leistungserbringung . . . . .	83
4.1.3	Materialwirtschaft . . . . .	83
4.2	Verbesserungspotenziale im Rahmen der Herzschrittmacherimplantation . . .	85
4.2.1	Medizinische Dokumentation . . . . .	85
4.2.2	Lagerung und Beschaffung von Konsignationsware . . . . .	87
5	Entwurf von Konzepten zur Ressourcenmodellierung	89
5.1	Anforderungsanalyse . . . . .	90
5.2	Konzeptualisierung ausgewählter Ressourcentypen . . . . .	91
5.3	Exemplarische Anwendung ausgewählter entworfenener Ressourcentypen . . . .	107
5.4	Evaluation der resultierenden Konzepte . . . . .	109
6	Fazit und Ausblick	111
	Literatur	113

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Arbeitsplan des Porjektes <i>Hospital Engineering</i> zum Zeitpunkt der Beantragung ( <a href="http://www.hospital-engineering.org/arbeitspakete.html">http://www.hospital-engineering.org/arbeitspakete.html</a> ) . . .	3
2.1	Elemente des Materialwirtschaftssystems (Haubrock 2009, S. 470) . . . . .	7
2.2	Wirtschaftsgüter und deren Einordnung aus Sicht der Krankenhausfinanzierung (Haubrock 2009, S. 467) . . . . .	8
3.1	Konkrete Syntax (Notationselemente) erweiterter Ereignisgesteuerter Prozessketten in der im Modellierungswerkzeug ARIS Express verwendeten Fassung .	17
3.2	Aggregierte Darstellung der „Herzkatheterintervention“ . . . . .	18
3.3	Koronarangiographie-Subprozess „HKL und Patient vorbereiten“ . . . . .	24
3.4	Koronarangiographie-Subprozess „Katheterauswahl“ . . . . .	25
3.5	Koronarangiographie-Subprozess „PTCA vorbereiten und durchführen“ . . . . .	26
3.6	Koronarangiographie-Subprozess „CVIS-Dokumentation“ . . . . .	27
3.7	Koronarangiographie-Subprozess „Papierbasierte Dokumentation“ . . . . .	28
3.8	Koronarangiographie-Subprozess „Digitale Archivierung und Abrechnung“ . .	29
3.9	Koronarangiographie-Subprozess „Patient aus dem HKL ausschleusen“ . . . . .	30
3.10	Aggregierter Gesamtprozess „Schrittmacherimplantation“ . . . . .	47
3.11	Schrittmacherimplantation-Subprozess „OP vorbereiten und Patient einschleusen“	49
3.12	Schrittmacherimplantation-Subprozess „Schrittmacher auswählen, dokumentieren und Patient vorbereiten“ . . . . .	50
3.13	Schrittmacherimplantation-Subprozess „OP durchführen und begleitend dokumentieren“ . . . . .	52
3.14	Schrittmacherimplantation-Subprozess „OP-Bericht erstellen“ . . . . .	53
3.15	Schrittmacherimplantation-Subprozess „Weitere Dokumentation erstellen“ . .	54
3.16	Schrittmacherimplantation-Subprozess „Implantation an FiBu melden“ . . . . .	55
3.17	Schrittmacherimplantation-Subprozess „Patient ausschleusen“ . . . . .	56
3.18	Aggregierter Gesamtprozess „Abrechnung“ . . . . .	63
3.19	Abrechnung: Subprozess „Maßnahmen kodieren“ . . . . .	64
3.20	Abrechnung: Subprozess „Dokumentation vervollständigen und archivieren“ .	65
3.21	Abrechnung: Subprozess „Kodierungsqualität gewährleisten“ . . . . .	66
3.22	„HKL-Lager auffüllen“ . . . . .	67
3.23	„Wöchentliche Bestellung“(Teil 1) . . . . .	69

3.23	„Wöchentliche Bestellung“(Teil 2) . . . . .	70
3.24	„Bestellvorgang“ . . . . .	72
3.25	Aggregierter Gesamtprozess „SM-Konsignationsbestellung“ . . . . .	75
3.26	SM-Konsignationsbestellung: Subprozess „Auftrag erstellen“ . . . . .	76
3.27	SM-Konsignationsbestellung: Subprozess „Rechnung digitalisieren“ . . . . .	77
3.28	SM-Konsignationsbestellung: Subprozess „Rechnung prüfen“ . . . . .	78
3.29	SM-Konsignationsbestellung: Subprozess „Rechnung buchen“ . . . . .	79
5.1	Metamodellausschnitt: Medizinische Ressourcentypen im Kontext der Koronarangiographie und Koronarangioplastie (Erweiterte Fassung – Ursprungsfassung vgl. Heß, Burwitz und Schlieter 2014, S. 744) . . . . .	92
5.2	Ergänzende Constraints zum Metamodellausschnitt in Abbildung 5.1 (Constraint C01 wird außerdem in Abbildung 5.3 wiederverwendet) . . . . .	100
5.3	Metamodellausschnitt: Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Kontext der Herzschrittmacherimplantation . . . . .	103
5.4	Metamodellauszug: Konzepte zur Ressourcenallokation zu Prozesstypen inkl. Hilfskonzepten (wiederverwendet und übersetzt nach Jung 2007, S. 201) . . . . .	106
5.5	Exemplarische Anwendung ausgewählter Modellierungskonzepte: Ressourceneinsatz im Rahmen einer PTCA . . . . .	108

# Tabellenverzeichnis

3.1	Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Koronarangiographie und PTCA . . . . .	32
3.1	Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Koronarangiographie und PTCA – Fortsetzung . . . . .	33
3.1	Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Koronarangiographie und PTCA – Fortsetzung . . . . .	34
3.2	Der modellbasierten pfad-/prozessorientierten Kostenrechnung zugrundeliegende Kostensätze . . . . .	35
3.3	Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung . . . . .	37
3.3	Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung – Fortsetzung . . . . .	38
3.3	Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung – Fortsetzung . . . . .	39
3.3	Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung – Fortsetzung . . . . .	40
3.3	Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung – Fortsetzung . . . . .	41
3.3	Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung – Fortsetzung . . . . .	42
3.4	Dynamisierung der pfad-/prozessorientierten Kostenrechnung . . . . .	44
3.4	Dynamisierung der pfad-/prozessorientierten Kostenrechnung – Fortsetzung . . . . .	45
3.5	Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Herzschrittmacherimplantation . . . . .	58
3.5	Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Herzschrittmacherimplantation – Fortsetzung . . . . .	59
3.5	Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Herzschrittmacherimplantation – Fortsetzung . . . . .	60
5.1	Risikoklassifikation von Medizinprodukten und dazugehörige Beispiele (übernommen aus Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen 2014) . . . . .	96
5.2	Revidierter NBG-Code zur Beschreibung von Herzschrittmachern (Bernstein et al. 2002, S. 261) . . . . .	104
5.3	Evaluation der entworfenen Konzepte anhand der zuvor formulierten Anforderungen . . . . .	109



# 1 Einleitung

Die in diesem Forschungsbericht präsentierten Ergebnisse entstammen dem Leitprojekt *Transparenz in der Materialwirtschaft* (Arbeitspaket 12, siehe Abbildung 1.1), einem von insgesamt sieben Leitprojekten des Projektes *Hospital Engineering – Innovationspfade für das Krankenhaus der Zukunft*, das im Folgenden kurz vorgestellt wird (Abschnitt 1.1). Daran anschließend werden Motivation und Zielsetzung des Leitprojektes *Transparenz in der Materialwirtschaft* thematisiert (Abschnitt 1.2). In Abschnitt 1.3 werden Zielsetzung, (forschungs-)methodische Einordnung sowie der Gang der Arbeit vorgestellt.

## 1.1 Das Projekt *Hospital Engineering*

Zielsetzung des Projektes *Hospital Engineering* ist die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Krankenhäusern und damit die Sicherung der wirtschaftlichen Zukunft durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie die Hebung von Effizienz- und Effektivitätspotenzialen durch die Unterstützung ausgewählter Aspekte der primären, sekundären und tertiären Leistungserbringung von Krankenhäusern. Zur Erreichung dieser Zielsetzung werden vier Themenfelder in wissenschaftlichen Arbeitspaketen bearbeitet, deren Erkenntnisse in die Bearbeitung der gemeinsam mit Praxispartnern durchgeführten Leitprojekte einfließen:

- Effiziente Energieversorgung im Krankenhaus (federführend Fraunhofer UMSICHT)
- Serviceorientierung in der Logistik (federführend Fraunhofer IML)
- Transparenz im Krankenhaus (federführend Fraunhofer ISST)
- Personal- und Patientenassistenz (federführend Fraunhofer IMS)

Außerdem werden aus den Leitprojekten heraus weitere Anforderungen an die wissenschaftlichen Arbeitspakete rückgekoppelt, die in der Folge dort adressiert werden sollen. Dies soll

---

Teile der in diesem Forschungsbericht präsentierten Ergebnisse sind bereits vorab veröffentlicht worden als Heß, Burwitz und Schlieter (2014): Heß, Michael; Burwitz, Martin; Schlieter, Hannes: „Konzeption ausgewählter Spracherweiterungen zur Ressourcenmodellierung in Modellen klinischer Behandlungspfade – Am Beispiel der Koronarangiographie“. In: Kundisch, Dennis; Suhl, Leena; Beckmann, Lars (Hrsg.): Tagungsband Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2014 (MKWI 2014), Paderborn, 2014, S. 735–748.

einen multidirektionalen Wissens- und Erkenntnisaustausch zwischen allen Projektpartnern fördern.

Um das vorgenannte Projektziel zu erreichen, sollen themenspezifische Innovationen unter Berücksichtigung existierender Anforderungen und Rahmenbedingungen aus der Praxis entwickelt und evaluiert werden. Die Bewertung entwickelter Innovationen soll multiperspektivisch und strukturiert erfolgen. Das Projekt *Hospital Engineering* zielt dabei sowohl auf die Bewertung quantitativer als auch qualitativer Aspekte unter Berücksichtigung der Spezifika von Krankenhäusern. Überlegungen zur qualitativen Bewertung sowie Ergebnisse einer Expertenbefragung zur Bewertung von Innovationen, die die Spezifika des Projektes sowie des Handlungssystems Krankenhaus berücksichtigen, finden sich bei Heß (2013b). Königer und Heß (2014) präsentieren ein Softwarewerkzeug zur multiperspektivischen Bewertung (innovativer) Projekte, Produkte oder Dienstleistungen.

Der über das Projekt hinausgehende Austausch mit der Praxis erfolgt durch die regelmäßige Durchführung sogenannter Industrie- und Anwenderboards, die quartalsweise zu jeweils wechselnden Themen des Projektes durchgeführt werden. Neben den Projektpartnern nehmen hieran auch interessierte Dritte aus Wissenschaft und Praxis teil. Darüber hinaus werden die Projektergebnisse im *Hospital Engineering Innovationslabor*<sup>1</sup> vorgestellt. Abbildung 1.1 zeigt einen Überblick aller im Projekt enthaltener Arbeitspakete.

### 1.2 Das Leitprojekt *Transparenz in der Materialwirtschaft*

Das Leitprojekt *Transparenz in der Materialwirtschaft* (Arbeitspaket 12) zielt auf die Steigerung der Transparenz in der Materialwirtschaft durch die Optimierung bestehender Prozesse, um eine zielgerichtete Bereitstellung benötigter Informationen am Ort und zum Zeitpunkt des Informationsbedarfs in der benötigten Informationsqualität für alle beteiligten Akteure zu erreichen (Aan't Heck 2011; Aan't Heck 2013). Dies beinhaltet neben den durch die Organisationseinheit *Zentraleinkauf* erbrachten Prozessen auch Prozesse medizinischer Organisationseinheiten, die einerseits Materialien ge- bzw. verbrauchen und andererseits entsprechende Materialbedarfe ermitteln, an die Organisationseinheit *Zentraleinkauf* übermitteln und das Ergebnis des Bestellprozesses überwachen müssen. Darüber hinaus muss eine Vielzahl an Daten auch im Rahmen der buchhalterischen sowie der medizinischen Dokumentation erfasst werden. Schließlich wertet das (Medizin-)Controlling medizinische Fälle bzw. Fallgruppen anhand der zugrundeliegenden DRG (Diagnosis Related Group) aus. Im Projektkontext ist dies wie folgt zusammengefasst worden: „Die Buchhaltung will wissen, an welchen Stellen im Hause welche Materialien mit welchem Wert lagern. Die medizinische Dokumentation will wissen, welche Materialien mit welchen Identifikationsmerkmalen zu welcher Zeit durch

---

<sup>1</sup>Für weitere Informationen siehe <http://www.hospital-engineering.org/innovationslabor.html>.

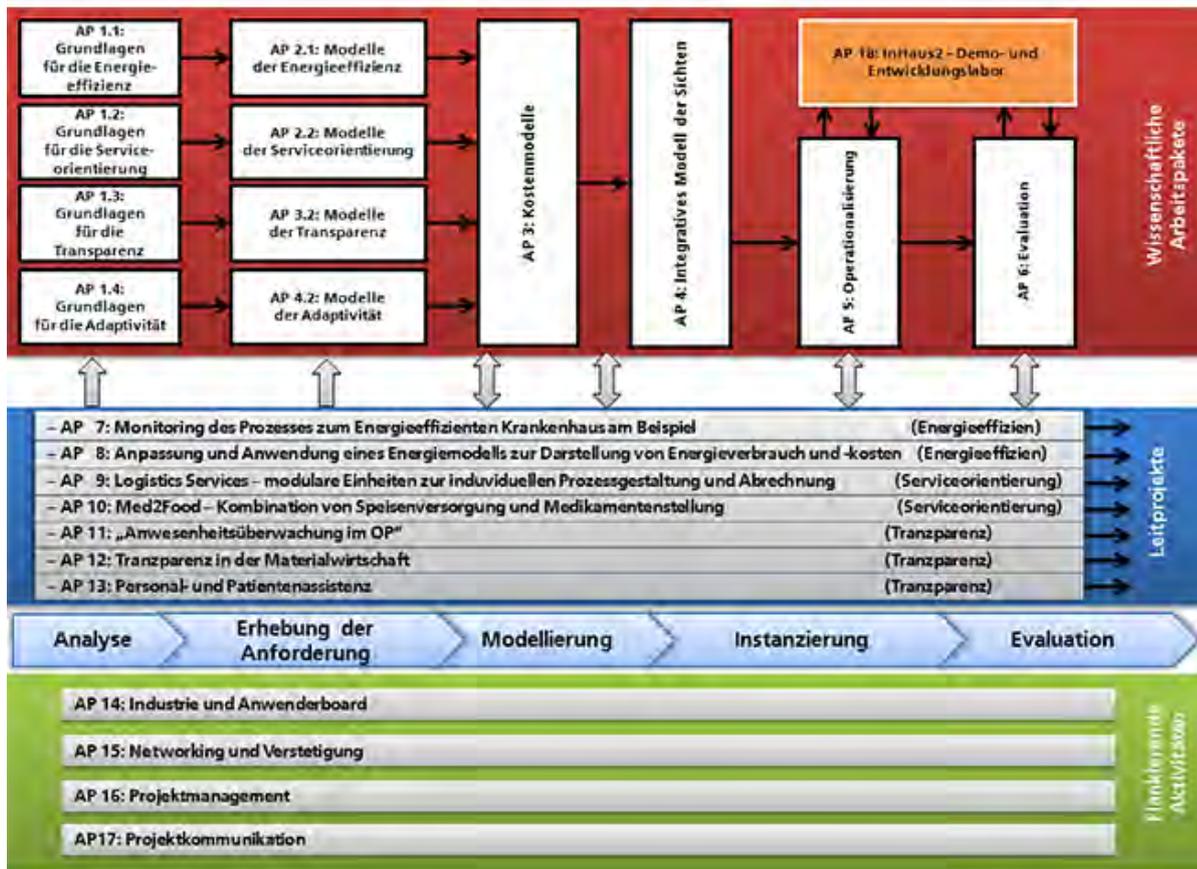


Abbildung 1.1: Arbeitsplan des Projektes Hospital Engineering zum Zeitpunkt der Beantragung (<http://www.hospital-engineering.org/arbeitspakete.html>)

welche Mitarbeiter an welchen Patienten eingesetzt wurden. Das Controlling will wissen, welche Materialien bei welcher DRG in der Regel und in jedem Einzelfall verbraucht werden. Die Beschaffung will wissen, wann welche Artikel in welcher Stückzahl für welchen Bereich disponiert werden müssen.“ (Aan't Heck 2013, S. 8). Die vorgenannten Informationsbedarfe bestehen sowohl für alle erbrachten medizinischen Leistungen als auch die diese unterstützenden Tätigkeiten. Modelle stellen ein weithin akzeptiertes Instrument zur Schaffung bzw. Steigerung von Transparenz über einen Untersuchungsgegenstand dar. Zur Schaffung bzw. Steigerung von Transparenz über (Geschäfts-)Prozesse, darin eingesetzte Ressourcen, sowie benötigte bzw. erzeugte Daten, haben sich insbesondere (Geschäfts-)Prozessmodelle bzw., um eine umfassendere Dokumentation, Analyse und Gestaltung des Untersuchungsgegenstandes zu ermöglichen, Unternehmensmodelle als geeignetes Instrument etabliert. Diese eignen sich z. B. als Grundlage der Analyse des Handlungssystems und der Informationssysteme von Krankenhäusern und darauf aufbauend zur Konzeption neuer bzw. Anpassung existierender Handlungs- bzw. Informationssysteme (Heß 2012; Heß 2013a).

Das vorgestellte Leitprojekt ist in Kooperation mit der Contilia Management GmbH<sup>2</sup> und dem Elisabeth-Krankenhaus Essen<sup>3</sup> sowie dem Fraunhofer ISST<sup>4</sup> durchgeführt worden. Seitens der Contilia Management GmbH ist die Abteilung *Zentraleinkauf* beteiligt gewesen. Das *Herzkatheterlabor (HKL)* der *Klinik für Kardiologie und Angiologie*<sup>5</sup> (Direktorium: Prof. Dr. med. Georg V. Sabin, PD Dr. med. Oliver Bruder und PD Dr. med. Christoph K. Naber) des Elisabeth-Krankenhauses Essen ist als medizinischer Kooperationspartner beteiligt gewesen. Das Herzkatheterlabor stellt einen gut abgrenzbaren und hinsichtlich der medizinischen Leistungserbringung und der damit einhergehenden administrativen Tätigkeiten mit Blick auf die einzelnen Maßnahmen (Herzkatheterintervention und Herzschrittmacherimplantation – siehe hierzu auch Kapitel 3) hoch strukturierten Bereich der Kardiologie dar. Gleichzeitig steht die Klinik für Kardiologie und Angiologie technologischen und organisatorischen Innovationen, schon aufgrund des raschen Fortschritts der medizinischen Disziplin, sehr aufgeschlossen gegenüber.

### 1.3 Zielsetzung, (forschungs-)methodische Einordnung und Gang der Arbeit

Ziel des vorliegenden Forschungsberichtes ist die Adressierung der Ziele des Leitprojektes *Transparenz in der Materialwirtschaft* (vgl. Abschnitt 1.2). Das Projekt ist mit einem Kick-Off-Meeting gestartet, bei dem alle beteiligten Partner ihre Zielsetzungen und Wünsche an die Kooperation formuliert haben. Basierend darauf sind seitens des Herzkatheterlabors geeignete Prozesse der medizinischen Leistungserbringung und durch den Zentraleinkauf damit korrespondierende administrative Prozesse vorgeschlagen worden, die den weiteren Untersuchungsgegenstand des Forschungsvorhabens bilden.

Zur Erreichung der Ziele sind eine Reihe von Hospitationsterminen im Herzkatheterlabor durchgeführt worden, bei denen dem Autor die Möglichkeit gegeben worden ist, verschiedene alltägliche Abläufe der medizinischen Leistungserbringung sowohl im Herzkatheterlabor als auch im kardiologischen Operationssaal zu beobachten und zu dokumentieren. Für Expertengespräche und Rückfragen zu den erhobenen Beobachtungen sowie zum grundsätzlichen Anforderungs- und Aufgabenprofil der Berufsgruppen im Rahmen der medizinischen Leistungserbringung haben die Mitglieder des kardiologischen Assistenzpersonals und des ärztlichen Dienstes zur Verfügung gestanden. Darüber hinaus haben Expertengespräche und Prozessdokumentationen im Zentraleinkauf der Contilia Management GmbH stattgefunden.

---

<sup>2</sup><http://www.contilia.de/>

<sup>3</sup><http://www.elisabeth-essen.de/>

<sup>4</sup><http://www.isst.fraunhofer.de/>

<sup>5</sup><http://www.herz-gefaesszentrum.contilia.de/kliniken-und-praxen/klinik-fuer-kardiologie-und-angiologie-essen/>

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie  
Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering

Ausgehend von in den Arbeitspaketen identifizierten Analyse- und Optimierungspotenzialen durch die zielgerichtete Bereitstellung benötigter Informationen am Ort und zum Zeitpunkt des Informationsbedarfs in der benötigten Informationsqualität für alle beteiligten Akteure sind anhand der betrachteten Prozesse der medizinischen Leistungserbringung und in diesen verwendeter medizinischer Ressourcen korrespondierende Konzepte zur Ressourcenmodellierung entwickelt worden. Diese können sowohl zur Realisierung der Ziele der nachfolgenden Arbeitspakete sowie in einer aktuell parallel in Entwicklung befindlichen Methode zur multiperspektivischen Krankenhausmodellierung (Heß 2013a) genutzt werden.

Der vorliegende Forschungsbericht ordnet sich in den Kontext der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik (Österle et al. 2010) ein und zielt letztlich auf die Konzeption domänenspezifischer Modellierungskonzepte. Gestaltungsorientierte Forschung der Wirtschaftsinformatik folgt den Prinzipien Abstraktion, Originalität und Begründung und soll für den jeweiligen Adressatenkreis einen erkennbaren Nutzen stiften (Österle et al. 2010, S. 668 f.) und einem strukturierten Erkenntnisprozess folgen, der aus den iterativ zu durchlaufenden Phasen *Analyse*, *Entwurf*, *Evaluation* und *Diffusion* besteht (Österle et al. 2010, S. 667 f.). Die aktive Einbindung der Domänenexperten sowie das auf gegenseitiges voneinander Lernen/Erfahren gerichtete Vorgehen entspricht dem Ansatz des Dialogical Action Research (Mårtensson und Lee 2004). Im vorliegenden Forschungsbericht werden die Phasen des Erkenntnisprozesses der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik folgendermaßen adressiert: Motivation, Problemstellung und die daraus resultierende Zielsetzung des Forschungsvorhabens sind einleitend motiviert und begründet worden. Relevante Grundlagen werden in Kapitel 2 eingeführt. Anschließend werden die Ergebnisse der Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse im Herzkatheterlabor, im kardiologischen OP und im Zentraleinkauf vorgestellt (Kapitel 3). Basierend darauf werden im Rahmen des Projektes identifizierte Verbesserungspotenziale in den vorgenannten Bereichen abgeleitet (Kapitel 4). Auf Grundlage der bisher erzielten Ergebnisse werden in Kapitel 5 Anforderungen an Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen im Kontext der Anwendungsfälle formuliert, korrespondierende Konzepte entworfen und exemplarisch angewendet. Der Forschungsbericht endet mit einer kritischen Würdigung, einem Fazit und einem Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsaktivitäten.

## 2 Grundlagen

Im Kontext des vorliegenden Forschungsberichts bedarf es zunächst einer kurzen Einführung in den Bereich der *Materialwirtschaft* (Abschnitt 2.1), zu *Modellen und Modellierung* (Abschnitt 2.2) in die *Kardiologie* im Allgemeinen sowie die Tätigkeiten von *Herzkatheterlaboren* (Abschnitt 2.3) im Speziellen.

### 2.1 Materialwirtschaft

Der Begriff der Materialwirtschaft ist in der Literatur nicht eindeutig abgegrenzt bzw. definiert (Prangenberg 2010, S. 24). Hartmann (2002, S. 21) definiert Materialwirtschaft als Aktivitäten, „die mit der Beschaffung und Bevorratung von Materialien zusammenhängen“ und alle Material- und Informationsflüsse vom Lieferanten bis zum Endverbraucher umfasst (Prangenberg 2010, S. 24 f.). Haubrock (2009, S. 468) fasst unter dem Begriff Materialwirtschaft die „Beschaffung, Verteilung und Entsorgung von Wirtschaftsgütern“ zusammen und definiert das Materialwirtschaftssystem als „die Gesamtheit aller Tätigkeiten sowie jegliche[r] Informations-, Kommunikations- und Entscheidungsprozesse, bezogen auf die Ware, von der Ermittlung des Bedarfs, über die Bestellung, den Eingang, die Lagerhaltung, den innerbetrieblichen Transport bis zur Bereitstellung und Entsorgung der Ware.“ Die vorgenannten Tätigkeiten lassen sich in die Bereiche Materialbeschaffung und Materiallogistik zusammenfassen, wobei es Aufgabe der Materialbeschaffung ist, „die quantitative und qualitative Versorgung der Unternehmung Krankenhaus mit Gütern auf wirtschaftliche Weise zu gewährleisten“ (Haubrock 2009, S. 468). Gegenstand der Materiallogistik hingegen sind „Planung, Steuerung und Kontrolle der Raum und Zeit überbrückenden Aktivitäten der Lagerung, des Transportes und der Materialhandhabung“ mit der Zielsetzung, sowohl Materialflusskosten als auch Kapitalbindungskosten möglichst gering zu halten (Haubrock 2009, S. 468). Abbildung 2.1 zeigt die Elemente des Materialwirtschaftssystems sowie seine Informations- und Warenflüsse. Grundlage der Bedarfsermittlung können sowohl Verbrauchsinformationen der Vergangenheit als auch Bedarfe eines zukünftigen Leistungsprogrammes sein.

Materialwirtschaft im Krankenhaus zielt auf dessen Versorgung mit Verbrauchsgütern. Verbrauchsgüter sind eine mögliche Ausprägung der Gruppe der Wirtschaftsgüter, die außerdem

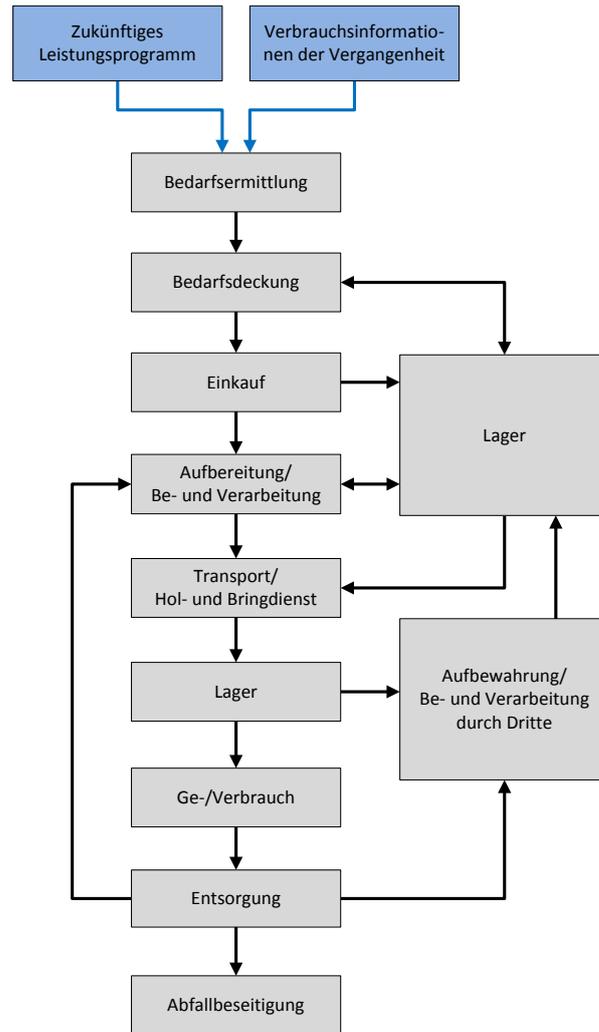


Abbildung 2.1: Elemente des Materialwirtschaftssystems (Haubrock 2009, S. 470)

Anlagegüter umfasst. Eine differenzierte Betrachtung kann Abbildung 2.2 entnommen werden.<sup>1</sup>

Die sichere Bereitstellung „des richtigen Gutes, in der richtigen Menge, am richtigen Ort, zur richtigen Zeit, für den richtigen Kunden, zu den richtigen Kosten“ (Aan't Heck 2010) sollte das Ziel jeder materialwirtschaftlichen Organisationseinheit – nicht nur im Krankenhaus –

<sup>1</sup>Einen Spezialfall stellen Anlagegüter mit einer Nutzungsdauer von  $\leq 3$  Jahren dar. Diese werden als Gebrauchsgüter bezeichnet und bei verursachten Kosten  $> 51$  Euro und  $\leq 410$  Euro pro Gebrauchsgut ebenfalls den Betriebskosten zugerechnet. Verursacht ein Gebrauchsgut Kosten  $\geq 410$  Euro, so wird seine Abschreibung ebenfalls den Betriebskosten zugerechnet. Demgegenüber stehen Anlagegüter mit einer geplanten Nutzungsdauer von  $> 3$  Jahren, deren Kosten für Anschaffung den Investitionskosten zuzurechnen sind. Die Instandhaltung existierender Anlagegüter ist jedoch wieder den Betriebskosten zuzurechnen (Haubrock 2009, S. 466 f.). Diese Unterteilung ist insofern wichtig, als aufgrund des dualen Finanzierungssystems des deutschen Gesundheitswesens Investitionskosten durch das jeweilige Bundesland und Betriebskosten durch die Krankenversicherungen getragen werden.

## 2 Grundlagen

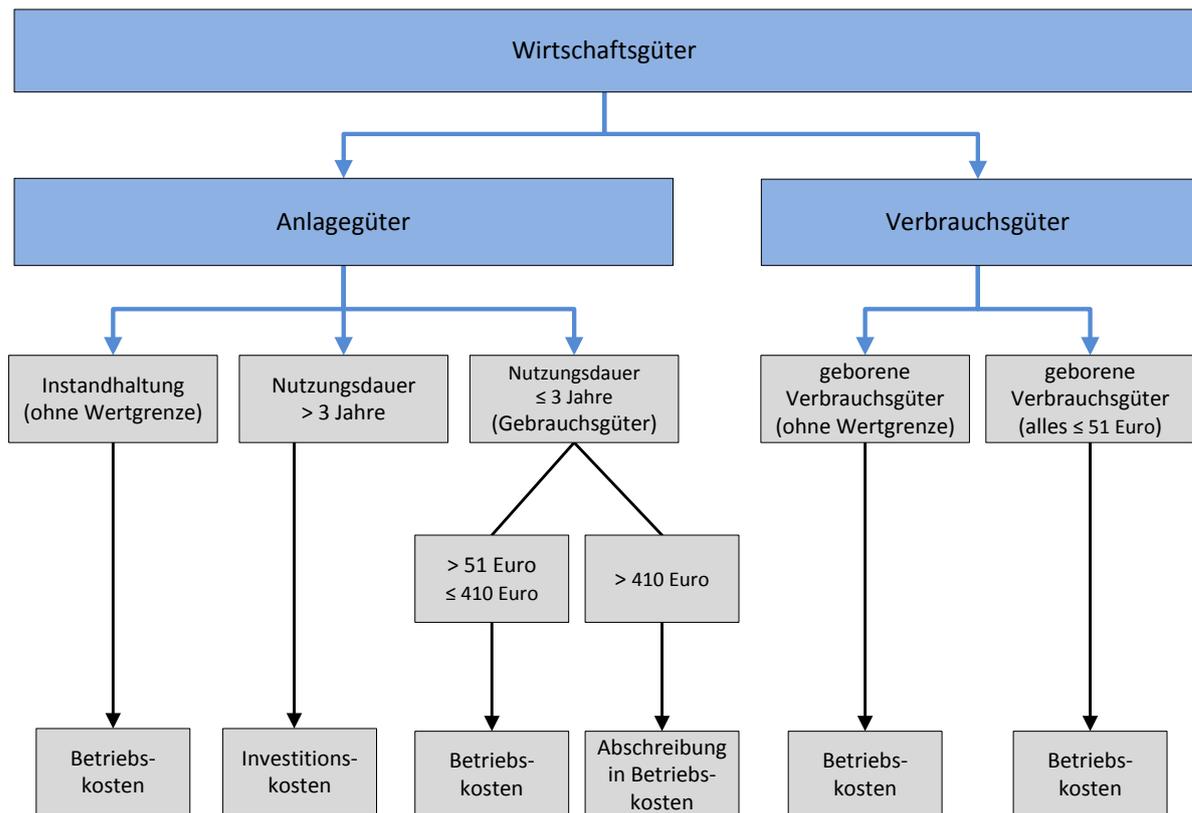


Abbildung 2.2: Wirtschaftsgüter und deren Einordnung aus Sicht der Krankenhausfinanzierung (Haubrock 2009, S. 467)

sein (Kriegel 2012, S. 53; Prangenberg 2010, S. 25; Hartmann 2002, S. 31), obgleich ihr im Krankenhaus aufgrund der besonderen Art der Dienstleistungserstellung eine besondere Bedeutung zukommt.

Das Krankenhausfinanzierungsgesetz (§ 2 KHG) definiert Krankenhäuser als „Einrichtungen, in denen durch ärztliche und pflegerische Hilfeleistung Krankheiten, Leiden oder Körperschäden festgestellt, geheilt oder gelindert werden sollen oder Geburtshilfe geleistet wird und in denen die zu versorgenden Personen untergebracht und verpflegt werden können“. Die vorgenannten Leistungen können als Gesundheitsdienstleistungen bezeichnet werden, da sie auf die Wahrung oder Steigerung der Gesundheit bzw. Lebensqualität des Dienstleistungsempfängers zielen. Sie können von Krankenhäusern, gemäß § 39 Abs. 2 SGB V, voll-, teil-, vor- und nachstationär sowie ambulant erbracht werden (Zapp et al. 2010, S. 13; Haubrock 2009, S. 464). Produktionstheoretisch kann die medizinische Leistungserbringung als zweistufiger Produktionsprozess angesehen werden, in dem Primär- und Sekundärleistungen unterschieden werden (Zapp et al. 2010, S. 15 f.; Haubrock 2009, S. 464): Um das primäre Ziel der medizinischen Leistungserbringung, die Wahrung oder Verbesserung des Gesundheitszustandes eines Patienten, erreichen zu können, müssen verschiedene, zu Leistungsbündeln kombinierte, Sekundär-

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering leistungen in den Bereichen Diagnostik, Therapie, Pflege und Versorgung (Hotelleistungen) erbracht werden. Die so unter Einsatz medizinischen und unterstützenden Personals sowie von Wirtschaftsgütern erbrachten Sekundärleistungen gehen als Primär-Input in die „eigentliche Primärleistung des Krankenhauses [in Form] der Veränderung des Gesundheitszustandes des Patienten“ ein (Haubrock 2009, S. 464; vgl. auch Zapp et al. 2010, S. 15).

Die Erbringung medizinischer Dienstleistungen am Patienten unterliegt dem Uno-Actu-Prinzip (Seelos 2012, S. 178) und erfordert damit zusätzlich zur Patientenanwesenheit die simultane Verfügbarkeit des am Prozess der medizinischen Leistungserstellung beteiligten medizinischen Personals sowie der eingesetzten Wirtschaftsgüter, die in der Produktionstheorie auch als Elementarfaktoren bezeichnet werden. Da die Nachfrage nach medizinischen Dienstleistungen nur bedingt geplant werden kann, müssen stets alle benötigten Ressourcen in ausreichender Kapazität vorgehalten werden. Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass materialwirtschaftliche Organisationseinheiten einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zur Realisierung der Primärziele eines Krankenhauses durch die sichere Bereitstellung „des richtigen Gutes, in der richtigen Menge, am richtigen Ort, zur richtigen Zeit, für den richtigen Kunden, zu den richtigen Kosten“ (Aan't Heck 2010) leisten.

Das Grundverständnis des Begriffs Materialwirtschaft bzw. die Zielsetzung der Organisationseinheit *Zentraleinkauf* der Contilia Management GmbH innerhalb des Leitprojektes *Transparenz in der Materialwirtschaft* beinhaltet den Wunsch, zukünftig – neben den originären Aufgaben der Materialwirtschaft (der Bereitstellung der benötigten Materialien am Ort und zum Zeitpunkt des Bedarfs in angemessener Qualität unter Berücksichtigung des Wirtschaftlichkeitsprinzips zur Verfügung zu stellen (Prangenberg 2010, S. 25; Hartmann 2002, S. 31)) – auch die Bereitstellung aller im Rahmen der Materialwirtschaft, des Materialverbrauchs im Rahmen der medizinischen Leistungserbringung und der begleitenden bzw. anschließenden medizinischen Dokumentation sowie der finanzwirtschaftlichen und buchhalterischen Bearbeitung von verschiedenen Akteuren benötigten Daten möglichst fehler-, medienbruch- und redundanzfrei zur Verfügung stellen zu können (Aan't Heck 2010).

Ein geeignetes Mittel zur Steigerung der *Transparenz in der Materialwirtschaft* scheint die Anpassung existierender Informationssysteme, in diesem Fall sowohl von Enterprise Resource Planning (ERP) Systemen als auch des eingesetzten Krankenhausinformationssystems (KIS) im engeren Sinne sowie weiterer, heterogener funktionsbezogener Informationssysteme im Krankenhaus zu sein. Konzeption und Realisierung entsprechender Anpassungen stellen ein komplexes Vorhaben dar, das systematisch und transparent geplant und durchgeführt werden sollte. Hierzu können Modelle ebenfalls eingesetzt werden und einen Beitrag zur Steigerung der Transparenz, Förderung interprofessioneller Kommunikation, sowie zur Identifikation von Integrationspotenzialen auf Daten-, Prozesse- und Informationssystemebene leisten. In diesem Zusammenhang erscheinen sowohl Methoden und Werkzeuge der Systemanalyse (siehe z. B. Krallmann, Bobrik und Levina 2013) als auch der Unternehmensmodellierung, z. B.

die Methode ARIS (Architektur Integrierter Informationssysteme, Scheer 1996; Scheer 2001) oder die Methode der Multiperspektivischen Unternehmensmodellierung (MEMO, siehe z. B. Frank 1994; Frank 2013b) geeignet.

### 2.2 Modelle und Modellierung

Modelle stellen eine Abbildung eines existierenden oder gedachten Modellierungsgegenstandes dar und werden durch zielgerichtete Abstraktionen erstellt (Frank 2011b, S. 4). Zielsetzung der Modellierung ist, einen Beitrag zur Steigerung der Transparenz über den Modellierungsgegenstand zu leisten und eine Kommunikationsgrundlage für alle an der Modellerstellung und -nutzung beteiligten Akteure zu liefern. Gleichzeitig können Modelle durch den Einsatz zielgerichteter Abstraktionen – also einerseits das Ausblenden im Kontext irrelevanter Aspekte, andererseits die Fokussierung und ggf. Rekonstruktion zentraler Konzepte des Modellierungsgegenstandes – einen Beitrag zur Komplexitätsreduktion leisten. Welche Aspekte im Kontext der Modellerstellung bzw. -nutzung relevant oder irrelevant sind, hängt von der mit der Modellierung verfolgten Zielsetzung ab.

Optimaler Weise werden Modelle unter Verwendung einer Modellierungssprache erstellt, die eine Reihe von Modellierungskonzepten bereitstellt und – abstrakt und konkret – syntaktisch sowie semantisch spezifiziert ist. Unter abstrakter Syntax werden die Konstruktionsregeln zur Modellerstellung unter Verwendung der Notation der Modellierungssprache – der konkreten Syntax – verstanden. Der Begriff der Semantik bezeichnet die inhaltliche Bedeutung der Konzepte (Frank 2011b, S. 26 f.). Wird die Modellierungssprache durch Vorgehensmodelle ergänzt, die deren Anwendung beschreiben, spricht man von einer Modellierungsmethode.

Man unterscheidet generische und domänenspezifische Modellierungssprachen. Generische Modellierungssprachen (General Purpose Modelling Language, GPML) zeichnen sich durch eine große Anwendungsreichweite aus und abstrahieren explizit von domänenspezifischen Konzepten. Demgegenüber zeichnet sich eine domänenspezifische Modellierungssprache (Domain-Specific Modelling Language, DSML) durch die Bereitstellung domänenspezifischer Modellierungskonzepte aus, die aus einer domänenspezifischen Fachsprache rekonstruiert worden sind. Daraus resultiert einerseits eine geringere Anwendungsreichweite einer DSML gegenüber einer GPML. Andererseits geht mit ihr ein höherer Anwendungskomfort einher, da im Rahmen der Modellierung bereits dedizierte fachlich bzw. domänenspezifisch fundierte Modellierungskonzepte zur Verfügung stehen (Frank 2011b; Frank 2013a). Deren Einsatz erleichtert nicht nur die Modellerstellung sondern fördert auch Anschaulichkeit und Verständlichkeit der Modelle für prospektive Nutzer, insbesondere wenn diese nicht oder nur wenig mit der Erstellung bzw. Nutzung von Modellen vertraut sind. Die Nutzung domänenspezifischer Konzepte kann außerdem einen Beitrag zur Steigerung der Modellqualität leisten und

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering gleichzeitig die Akzeptanz seitens prospektiver Nutzer fördern, da diese bereits mit den zentralen Konzepten der Modellierungssprache vertraut sind. Eine aus der Anwendungsdomäne abgeleitete graphische Visualisierung der Modellierungskonzepte, d. h. korrespondierende Notationselemente, fördert darüber hinaus Anschaulichkeit und Verständlichkeit resultierender Modelle (Frank 2011b, S. 27 ff.). Die mit der Modellierung verfolgte/n Zielsetzung/en erlaubt/en die Einordnung resultierender Modelle in Modellklassen, wie sie z. B. Lehner (1995, S. 36 ff.) vorschlägt:

**Beschreibungs- und Erfassungsmodelle** (auch deskriptive Modelle genannt), die „einen Sachverhalt oder ein Phänomen möglichst präzise und leicht verständlich dar[zustellen“ (Lehner 1995, S. 37);

**Erklärungsmodelle**, die auf Beschreibungsmodellen aufbauend die Analyse von im Zeitverlauf entstandenen Beobachtungen unterstützen und die Ableitung von Wissen ermöglichen; darauf aufbauend können deskriptive Modelle optimiert und zukünftige Entwicklungen vorhergesagt werden;

**Gestaltungsmodelle**, die häufig normativen oder präskriptiven Charakter haben und u. a. zur Entscheidungsunterstützung genutzt werden können;

**Metamodelle**, die auf eine „systematische Beschreibung von Modellen“ (Lehner 1995, S. 39) zielen und u. a. zur (semi-)formalen Spezifikation von Modellierungssprachen eingesetzt werden können;

**sonstige Modelle**, die keiner der vorgenannten Modellklassen zuzuordnen sind.

Im vorliegenden Forschungsbericht werden in Kapitel 3 zunächst Prozessmodelle mittels Ereignisgesteuerter Prozessketten<sup>2</sup> (EPK, Keller, Nüttgens und Scheer 1992; Scheer, Thomas und Adam 2005) erstellt. Die Modellierungssprache EPK ist Bestandteil der Unternehmensmodellierungsmethode ARIS (Architektur Integrierter Informationssysteme, Scheer 1996; Scheer 2001) und stellt eine GPML dar. Für die Anwendungsdomäne Kardiologie bzw. Herzkatheterlabor (siehe hierzu Abschnitt 2.3) existiert bisher keine DSML, die alternativ hätte eingesetzt werden können. Die Modelle fungieren dabei zunächst als deskriptive Modelle, werden aber auch zur Erklärung und später potenziell als Grundlage des Redesigns der dokumentierten Prozesse genutzt. In Kapitel 5 werden Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen im Kontext der analysierten Anwendungsfälle mit der Metamodelierungssprache der Unternehmensmodellierungsmethode „Multiperspektivische Unternehmensmodellierung“ (MEMO, Multi-Perspectiv Enterprise Modelling) (Frank 1994; Frank 2011b; Frank 2013b), der MEMO Meta Modelling Language (MML, Frank 2011c) erstellt.

---

<sup>2</sup>Ereignisgesteuerte Prozessketten sind zu Beginn des Projektes *Hospital Engineering* als gemeinsame Prozessmodellierungssprache festgelegt worden. Im Projektverlauf hat sich jedoch gezeigt, dass die Nutzung verschiedener Modellierungsansätze erforderlich ist.

### 2.3 Herzkatheterisierung und Herzschrittmacherimplantation

Herzkatheterisierung und Herzschrittmacherimplantation sind zwei der vielen diagnostischen und therapeutischen Leistungen, die im medizinischen Fachgebiet der Kardiologie<sup>3</sup>, die ein „Teilgebiet der inneren Medizin, das sich mit Diagnose und Therapie von Erkrankungen des Herzens befasst“ (Reuter 2007, S. 918), darstellt, erbracht werden. Diese werden im Folgenden kurz vorgestellt, da diese Verfahren in Kapitel 3 in Form von Prozessmodellen dokumentiert und hinsichtlich resultierender Informationsbedarfe analysiert werden.

#### 2.3.1 Herzkatheterisierung

Eine Herzkatheterisierung kann mit diagnostischer oder therapeutischer Intention vorgenommen werden. Entsprechend findet sich nachfolgend eine dieser Unterteilung Rechnung tragende überblicksartige Einführung in diagnostische (Abschnitt 2.3.1.1) und therapeutische (Abschnitt 2.3.1.2) Herzkatheterisierung. Im Anschluss finden sich einige statistische Informationen zu Herzkatheterlaboren und -interventionen in Deutschland (Abschnitt 2.3.1.3).

##### 2.3.1.1 Diagnostische Herzkatheterisierung: Koronarangiographie

Unter Herzkatheterisierung versteht man die „Einführung eines dünnen Katheters in die Herzhöhlen nach Punktion einer Vene (Rechtsherzkatheter) oder Arterie (Linksherzkatheter) zur direkten Druckmessung, Probenentnahme, Kontrastmittelinjektion usw.“ (Reuter 2007, S. 773). Sie stellt derzeit den „Goldstandard zur morphologischen Diagnostik der Koronaranatomie“ (Hamm et al. 2008, S. 484) dar. „Die Indikation ergibt sich bei klinischem Verdacht auf eine relevante koronare Herzkrankheit bzw. zum Ausschluss basierend auf klinischen Symptomen, Vorgeschichte und nicht-invasiven Untersuchungsverfahren.“ (Hamm et al. 2008, S. 484).<sup>4</sup> „Mit der Koronarangiographie werden die Anatomie der Koronargefäße sowie Lage und Ausmaß einer atherosklerotischen Lumen-Einengung der epikardialen Arterien dargestellt. Darüber hinaus kann die Morphologie (z. B. Verkalkungen, Dissektion, Thrombus) und der Blutfluss beurteilt werden. Die Koronarangiographie stellt nur das Lumen der epikardialen Arterien dar, was in der Regel zur Abschätzung der hämodynamischen Relevanz von Koronarstenosen ausreichend ist. Die Gefäßwand und damit das tatsächliche Ausmaß der atherosklerotischen Wandverdickung (Plaquelast) sowie die Qualität von Plaques (z. B. Vulnerabilität für ein zukünftiges akutes Koronarsyndrom) können durch die Koronarangiographie nicht beurteilt

<sup>3</sup>Das Wort Kardiologie entstammt dem Griechischen und bedeutet übersetzt „Lehre des Herzens“.

<sup>4</sup>Eine Übersicht zu Indikationen der Herzkatheterisierung findet sich bei Reuter (2007, S. 774), eine Einführung in die Thematik der Koronaren Herzerkrankungen (KHK) und des akuten Koronarsyndroms findet sich z. B. bei Baer und Rosenkranz (2011).

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering werden.“ (Hamm et al. 2008, S. 489). „Bei jeder Katheteruntersuchung muss eine lückenlose Dokumentation der Untersuchungsschritte, der verwendeten Materialien und etwaiger Komplikationen erfolgen.“ (Hamm et al. 2008, S. 480). Eine ausführliche Beschreibung der Durchführung der Koronarangiographie findet sich in Abschnitt 3.2.1.<sup>5</sup>

Das Verfahren der Koronarangiographie wurde 1959 erstmals vorgestellt und 1967 in einer wesentlich modifizierten Form von Judkins präsentiert, das bis heute weltweit bevorzugt wird, da es im Vergleich zum ursprünglich vorgestellten Verfahren eine geringere Komplikationsrate aufweist (Winkhardt 2005, S. 21, 72).

### 2.3.1.2 Therapeutische Herzkatheterisierung: Perkutane Transluminale Koronarangioplastie

In der therapeutischen Herzkatheterisierung können zwei, ggf. in Kombination durchzuführende, Verfahren unterschieden werden: Ballondilatation und Stentimplantation. Während bei einer Ballondilatation das/die verengte/n Koronargefäß/e temporär durch Erhöhung des Balloninnendrucks aufgedehnt wird/werden, wird im Rahmen einer Stentimplantation eine Gefäßstütze an den Ort der diagnostizierten Stenose eingebracht und verbleibt dort, um die Verengung dauerhaft zu beheben (Winkhardt 2005, S. 22; Erbel et al. 2002, S. 472). Gegebenenfalls ist es notwendig vor der Implantation des Stents das Gefäß mittels Ballondilatation aufzudehnen, um den Stent am entsprechenden Ort implantieren zu können. Auch im Rahmen therapeutischer Herzkatheterinterventionen besteht eine umfassende Dokumentationspflicht aller Verfahrensschritte, eingesetzter Materialien und möglicher Komplikationen (Hamm et al. 2008, S. 489).

Die Perkutane Transluminale Koronarangioplastie (PTCA) ist 1977 erstmals beim Menschen angewendet worden; heute liegt die Erfolgsrate des primären Einsatzes der Ballondilatation bei 90–95 %, bei wiederholter Eröffnung chronischer Gefäßverschlüsse ist sie jedoch wesentlich niedriger (Winkhardt 2005, S. 21). Die Implantation eines Stents beim Menschen erfolgte erstmalig 1986 (Erbel et al. 2002, S. 473).

### 2.3.1.3 Herzkatheterlabore und -interventionen in Deutschland: Statistische Kennzahlen

Im Jahr 2008 wurden in Deutschland 765 Herzkatheterlabore<sup>6</sup> betrieben. Dies entspricht einem Zuwachs von + 3,1 % im Vergleich zum Vorjahr. In den Herzkatheterlaboren sind im Jahr 2008 insgesamt 845.172 diagnostische und 303.832 therapeutische Herzkatheterinterventionen

---

<sup>5</sup>Weiterführende Informationen zu Koronarangiographie und PTCA finden sich z. B. ausführlich bei Lapp und Krakau (2014), Erbel et al. (2011), sowie kompakter bei Winkhardt (2005, S. 21–25).

<sup>6</sup>Ausführliche Informationen zu Einrichtung und Betrieb von Herzkatheterlaborräumen finden sich in der entsprechenden Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (Hamm et al. 2001). Ausführliche Informationen zu Hygieneanforderungen bei invasiven Untersuchungen und Behandlungen im Herzkatheterlabor finden sich in der entsprechenden Leitlinie der AWMF (2013).

durchgeführt worden (Buuren 2010, S. 502). Dabei ist bei 89,3 % der Interventionen eine Stent-implantation vorgenommen worden, wobei bei 35,53 % aller Interventionen ein Medikamente freisetzender (Drug Eluting) Stent implantiert worden ist (Buuren 2010, S. 502).<sup>7</sup>

### 2.3.2 Herzschrittmacherimplantation

Im Gegensatz zur passageren, d. h. temporären, Anwendung eines externen Herzschrittmachers zur Therapie unregelmäßiger Herzaktivitäten, überwiegend bei bradykarden Herzrhythmusstörungen, d. h. einem regelmäßigen Herzschlag von weniger als 50 Schlägen pro Minute, werden Herzschrittmacher zur permanenten Therapie in den Brustkorb des Patienten implantiert (Trappe und Gummert 2011, S. 372 f.; de Gruyter 2012, S. 882). Zusätzlich müssen „klinisch relevante Symptome (Schwindel, Synkopen, Herzinsuffizienz) oder eine anhaltende Myokardischämie auftreten“ (Osswald 2012, S. 284). Einen Überblick über die im Jahre 2012 gestellten Indikationen zur Herzschrittmacherimplantation findet sich bei Markewitz (2014, S. 21). Eine Übersicht möglicher Indikationen findet sich bei Trappe und Gummert (2011, S. 372 f.), sowie ausführlich in den „Leitlinien zur Herzschrittmachertherapie“ der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (Lemke, Nowak und Pfeiffer 2005, S. 705-711) sowie in der Leitlinie der European Society of Cardiology (ESC) (Brignole et al. 2013, S. 1074-1087).

Bei einem Herzschrittmacher handelt es sich um ein Gerät zur künstlichen Anregung des Herzmuskels, das über eine oder zwei Sonden elektrische Signale im Vorhof und/oder Ventrikel aufnimmt, auswertet und bedarfsorientiert die Herzaktivität mittels elektrischer Impulse stimuliert (Reuter 2007, S. 777). Man unterscheidet entsprechend Einkammer- und Zweikammersysteme. „Diese Systeme erlauben eine größtmögliche Anpassung an die zu Grunde liegende Störung und damit eine Verbesserung der Funktion und eine Erhöhung der Lebensqualität der Patienten.“ (Reuter 2007, S. 777). Die „Schrittmachersonden können transvenös oder transthorakal platziert werden. Am häufigsten wird der transvenöse Weg gewählt, meist über die V. subclavia, und zwar entweder direkt mit Hilfe der Seldinger-Technik oder indirekt durch Freilegung und Katheterisierung der V. cephalica. Alternative Wege sind die V. jugularis externa, V. jugularis interna und die V. femoralis. Die Platzierung der Sonde im Herzen erfolgt unter Röntgenbildwandlerkontrolle. Ventrikuläre Elektroden werden in der Spitze des rechten Ventrikels fixiert (endokardial), Vorhofelektroden im rechten Herzohr oder im proximalen Anteil des Sinus coronarius (endokardial). Bei der transthorakalen Methode werden die Elektroden in das Epikard eingenäht oder eingedreht. Hierzu ist eine Thorakotomie (und Allgemeinnarkose) erforderlich. Die richtige Elektrodenlage wird durch Messung der Myokardpotentiale und durch Bestimmung der Reizschwelle kontrolliert. Die Schrittmacherbatterie wird im subkutanen Gewebe des Thorax implantiert. Dies kann in Lokal- oder Allgemeinanäs-

---

<sup>7</sup>Eine detaillierte Übersicht und Untergliederung absoluter bzw. relativer Leistungszahlen der Herzkatheterlabore findet sich bei Buuren (2010, S. 504–507).

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering these erfolgen. Bei der transthorakalen Methode ist immer eine Allgemeinnarkose erforderlich. Bei Kindern wird ebenfalls die Allgemeinanästhesie bevorzugt.“ (Larsen 2012, S. 347 f.).<sup>8</sup>

Jeder implantierte, getauschte, revidierte und explantierte Herzschrittmacher, bzw. der zugehörige Eingriff, wird im Herzschrittmacher-Register<sup>9</sup> registriert (Osswald 2012, S. 284). Nähere Informationen zu Mindestanforderungen an die personelle und räumliche Ausstattung zur Durchführung von Schrittmacherimplantationen und Folgeeingriffen stellen z. B. die Arbeitsgruppe Herzschrittmacher (Markewitz et al. 1995) sowie die Empfehlungen zur Strukturierung der Herzschrittmacher- und Defibrillatortherapie (Hemmer et al. 2009, S. 114 ff.) zur Verfügung.

Im Jahr 2012 sind in Deutschland 76.233 Herzschrittmacherimplantationen – Ersteingriffe – durchgeführt worden. Darüber hinaus sind im Rahmen von Folgeeingriffen 17.229 Herzschrittmacher ausgewechselt und 13.447 Revisionseingriffe/Systemwechsel/Explantationen vorgenommen worden, was in Summe 106.909 Eingriffen entspricht (Markewitz 2014, S. 2).<sup>10</sup> Die weltweit erste Herzschrittmacherimplantation wurde im Jahr 1958 durchgeführt (Krämer und Griebenow 2010, S. 174).<sup>11</sup>

Nachdem nun ein grundlegendes Verständnis über alle relevanten Themen geschaffen worden ist, widmet sich Kapitel 3 der durchgeführten Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse anhand ausgewählter medizinischer Abläufe des Herzkatheterlabors sowie damit in Verbindung stehenden administrativen Prozessen sowohl im Herzkatheterlabor als auch im Zentraleinkauf.

---

<sup>8</sup>Weitere Informationen zur Durchführung einer Herzschrittmacherimplantation finden sich bei Osswald (2012).

<sup>9</sup><http://www.pacemaker-register.de>.

<sup>10</sup>Weitere demographische und qualitätsbezogene Daten bzw. Informationen finden sich ebenfalls bei Markewitz (2014).

<sup>11</sup>Laienverständliche Informationen zum Thema Herzschrittmacher und Defibrillatoren finden sich z. B. in einem Patientenratgeber von Bauer und Ennker (2005) sowie in einem neueren, umfangreicheren Werk von Bauer, Ennker und Bauer (2011).

## 3 Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse

Im vorliegenden Kapitel wird zunächst das allgemeine Vorgehen der Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse vorgestellt (Abschnitt 3.1), bevor in den darauf folgenden Abschnitten 3.2 bis 3.4 die dokumentierten und analysierten medizinischen und administrativen Prozesse im Detail präsentiert werden.

### 3.1 Allgemeines Vorgehen

Die in den nachfolgenden Abschnitten vorgestellte Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse im Rahmen von Koronarangiographie und anschließender Perkutaner Transluminaler Koronarangioplastie (PTCA) (Abschnitt 3.2) und Herzschrittmacherimplantation (Abschnitt 3.3) ist im Herzkatheterlabor des Elisabeth-Krankenhauses Essen erfolgt. Die Dokumentation allgemeiner administrativer Prozesse (Abschnitt 3.4) ist außerdem durch den Zentraleinkauf der Contilia Management GmbH unterstützt worden.

Die Beobachtung und initiale Dokumentation der medizinischen und administrativen Abläufe sind jeweils im Rahmen eintägiger Hospitationen erfolgt. Im Anschluss daran sind erste Versionen der im folgenden vorgestellten Modelle unter Verwendung der Software ARIS Express 2.3<sup>1</sup> erstellt worden. Die Entscheidung zum Einsatz der Modellierungsmethode Architektur Integrierter Informationssysteme (ARIS, Scheer 2001) ist durch die Gruppe der wissenschaftlichen Projektpartner in einer frühen Phase des Projektes Hospital Engineering getroffen worden, da ARIS und insbesondere die Geschäftsprozessmodellierungssprache Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) als Instrument zur Modellierung von Geschäftsprozessen in der Praxis weithin verbreitet und bekannt ist. Zur Modellierung sind die für *erweiterte Ereignisgesteuerte Prozessketten* (eEPK, Staud 2006, S. 80) spezifizierten Sprachkonzepte (siehe Abbildung 3.1) verwendet worden. Die resultierenden Modelle sind durch die beteiligten Mitglieder des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals des Herzkatheterlabors sowie, soweit in den Prozess eingebunden, durch Mitarbeiter und Leitung des Zentraleinkaufs auf inhaltliche Korrektheit hin überprüft und anhand ihrer Rückmeldungen überarbeitet worden. Zusätzlich sind für jeden Prozess die alle Informationsbedarfe der direkt oder indirekt beteiligten Akteure ermittelt und strukturiert tabellarisch dokumentiert worden.

---

<sup>1</sup>Eine kostenlose Version der Software kann unter <http://www.ariscommunity.com/aris-express/download> heruntergeladen werden.



Abbildung 3.1: Konkrete Syntax (Notationselemente) erweiterter Ereignisgesteuerter Prozessketten in der im Modellierungswerkzeug ARIS Express verwendeten Fassung

## 3.2 Koronarangiographie und Perkutane Transluminale Koronarangioplastie

### 3.2.1 Prozessdokumentation

#### Allgemeine Beschreibung

Indikationen zur Durchführung einer Koronarangiographie sind „eine typische klinische Symptomatik und/oder [...] eine relevante koronare Herzkrankheit“ (KHK), d. h. eine Erkrankung der Herzkranzgefäße, sowie die Annahme „eine[r] mögliche[n] therapeutische[n] Konsequenz [...] und/oder die Prognose des Patienten zu verbessern“ (Hamm et al. 2008, S. 490). Mittels Koronarangiographie werden die betroffenen Koronargefäße des Patienten unter Gabe von Kontrastmittel durch Röntgenstrahlung dargestellt, um krankhafte Veränderungen, z. B. Gefäßverengungen (sog. Stenosen), darstellen zu können. Die Indikation zur Koronarangiographie kann mittels ambulanter oder stationärer Diagnostik gestellt werden.

Abbildung 3.2 zeigt den typischen Ablauf einer Koronarangiographie mit anschließender Perkutaner Transluminale Koronarangioplastie (PTCA), d. h. einer mittels Zugang durch die Haut und den Hohlraum einer Arterie vorgenommene Aufdehnung eines oder mehrerer Koronargefäße(s). Prozessschnittstellen werden im vorliegenden Diagramm analog zu aggregierten Prozesstypen verwendet, d. h. sie stehen jeweils stellvertretend für ein detaillierteres Kontrollflussdiagramm, weshalb jede Prozessschnittstelle um einen Verweis auf das zugehörige detaillierte Kontrollflussdiagramm ergänzt worden ist.

### 3 Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse

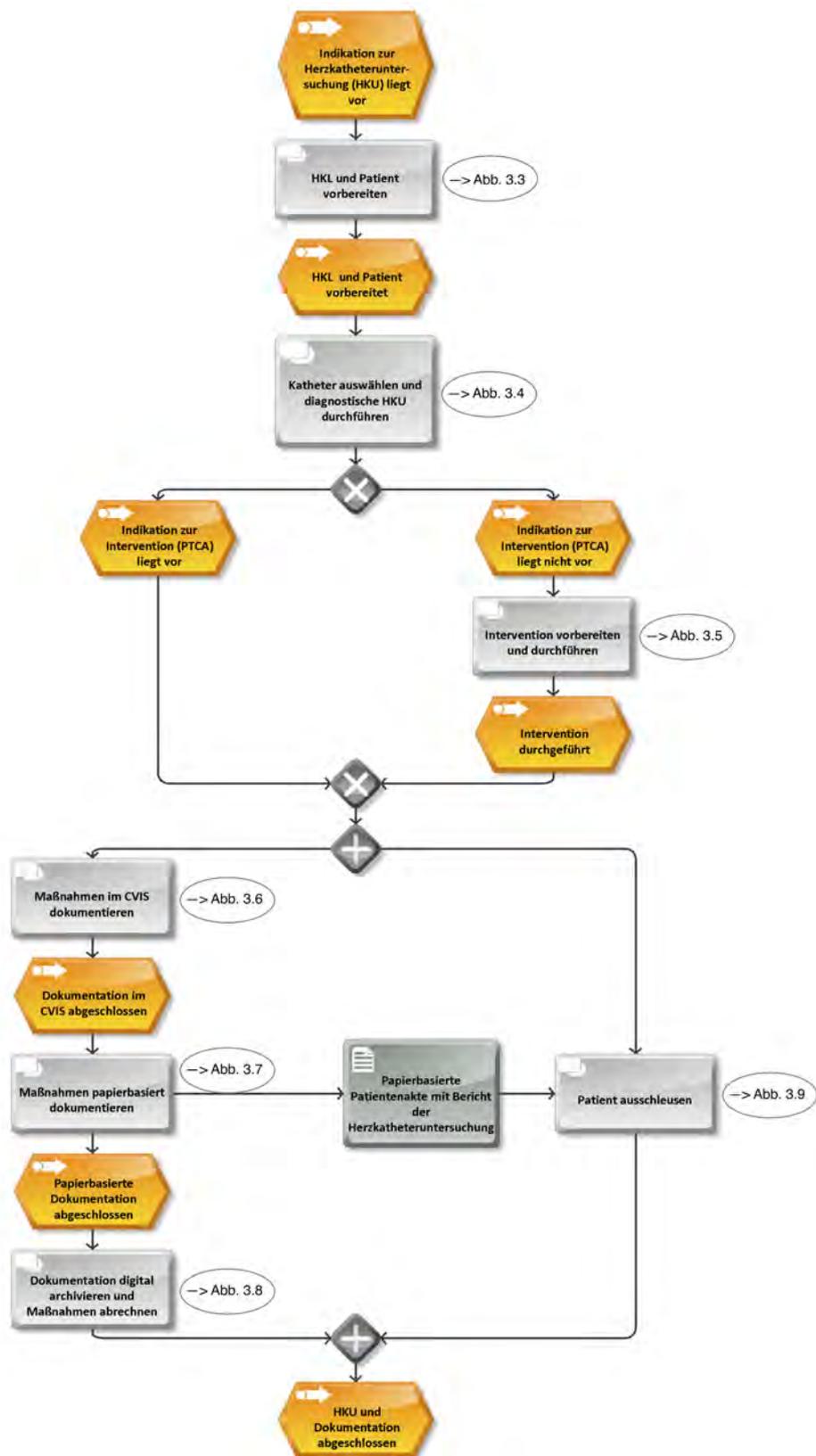


Abbildung 3.2: Aggregierte Darstellung der „Herzkatheterintervention“

Im vorliegenden Anwendungsfall wird davon ausgegangen, dass eine entsprechende Indikationsstellung erfolgt ist und der Patient sich bereits stationär im Krankenhaus befindet, um eine Koronarangiographie vornehmen zu lassen. Um diese durchführen zu können, werden zunächst das Herzkatheterlabor sowie der Patient für den Eingriff vorbereitet (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.3). Anschließend wird die Koronarangiographie mit einem Standardkatheter begonnen und bei Bedarf solange ein anderer Herzkatheter ausgewählt, bis dieser zur Anatomie des Patienten passt (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.4). Bereits während der Durchführung der Koronarangiographie wird deren Verlauf begleitend durch das nicht-ärztliche Assistenzpersonal im Kontrollraum des Herzkatheterlabors dokumentiert. Je nach Befund der Koronarangiographie entscheidet der durchführende Kardiologe über die Indikation zur Durchführung einer Perkutanen Transluminalen Koronarangioplastie (PTCA). Ist eine Indikation zur PTCA gestellt worden, wird diese anschließend vorbereitet und durchgeführt (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.5). Sofern keine Indikation zur PTCA gestellt worden ist, sind keine weiteren interventionellen Maßnahmen notwendig. Nach Durchführung aller notwendigen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen werden diese durch das nicht-ärztliche Assistenzpersonal des HKLs sowie den durchführenden Kardiologen dokumentiert und abgerechnet (für die zugehörigen Kontrollflussdiagramme siehe Abbildung 3.6, 3.7 und 3.8). Parallel dazu wird der Patient aus dem HKL ausgeschleust (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.9), wobei zu beachten ist, dass der Patient erst dann ausgeschleust werden kann, wenn die papierbasierte Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen der Patientenakte hinzugefügt worden ist und somit gemeinsam mit dem Patienten zurück auf Station transportiert werden kann.<sup>2</sup>

### Detaillierte Beschreibung

Abbildung 3.3 zeigt den Ausschnitt *HKL und Patient vorbereiten* und umfasst dabei sowohl die medizinische Vorbereitung des Herzkatheterlabors und des Patienten (linker Kontrollflusspfad) als auch die begleitende medizinische Dokumentation im Vorraum/Kontrollraum des Herzkatheterlabors (rechter Kontrollflusspfad). Ausgewählte Modellelemente weisen zusätzliche Annotationen auf. Annotationen der Form *IB<Zahl>* dienen der leichteren Identifikation der für die in Abschnitt 3.2.2 durchgeführte Informationsbedarfsanalyse relevanten Dokumente. *IB* steht dabei für Informationsbedarf. Analog dienen Annotationen der Form *PS<Zahl>* der leichteren Identifikation der Prozessschritte, die in der modellbasierten Prozesskostenrechnung in Abschnitt 3.2.3 referenziert werden.

Zunächst richtet das nicht-ärztliche Assistenzpersonal das Herzkatheterlabor mit allen benötigten Standardmaterialien zur Durchführung der geplanten Maßnahmen her. Hierbei handelt

---

<sup>2</sup>Einführende Informationen zur Durchführung von Koronarangiographie und PTCA finden sich z. B. bei Winkhardt (2005, S. 21–25), sowie ausführliche Beschreibungen der Durchführung einer Koronarangiographie, der Durchführung einer PTCA, und der Durchführung einer intrakoronaren Stentimplantation finden sich bei Winkhardt (2005, S. 60–88).

es sich zunächst um ein Set bestehend aus Spritzen, Drähten, zwei Medizintöpfchen, zwei Schalen, sterile Hauben zur Abdeckung der Röntgenanlage, sterile Kompressen, ein Skalpell und eine Nadel zur Lokalanästhesie. Außerdem werden je nach gewähltem Zugangsweg ein Judkins Left 4 French Katheter oder Judkins Right 4 French Katheter (für einen femoralen Zugang) oder ein Radial TIG 4 French Katheter (für einen radialen Zugang) bereitgestellt.<sup>3</sup> Diese werden aus den im HKL befindlichen Lagerflächen entnommen. Anschließend muss ggf. auf den Patienten gewartet werden, sofern dieser nicht pünktlich von Station zur Schleuse des HKLs gebracht worden ist. Nach Eintreffen des Patienten wird dieser durch das nicht-ärztliche Assistenzpersonal eingeschleust, d. h. der Patient wird aus dem Krankenbett auf den Untersuchungstisch im HKL umgelagert und für die bevorstehende Koronarangiographie vorbereitet. Hierzu zählt u. A. die Gabe von Medikamenten intravenös bzw. per Os (d. h. über den Mund) sowie die Sterilisierung der Punktionsstelle und die sterile Abdeckung des Patienten. Die mit dem Patienten transportierte Patientenakte wird an ein Mitglied des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals im Kontrollraum des HKLs übergeben, das dort mit der begleitenden Dokumentation, unter Rückgriff auf die Voranmeldung des Patienten, die papierbasierte Patientenakte sowie das Krankenhausinformationssystem (KIS) der Firma Meierhofer, im Cardio Vascular Information System (CVIS) *Horizon Cardiology Cath* beginnt.

Zuerst werden alle relevanten Patientenstammdaten im CVIS angelegt, sofern diese nicht bereits aufgrund einer früher durchgeführten Maßnahme erfasst worden sind. Diese Daten werden benötigt, um einen Untersuchungsreport im CVIS anlegen zu können. Anschließend erfolgt eine Vorauswahl des an der Intervention beteiligten medizinischen Personals sowie der geplanten Intervention(en) und der dafür standardmäßig benötigten medizinischen Produkte zur Dokumentation im CVIS. Diese Vorauswahl wird bei Bedarf im Verlauf der medizinischen Leistungserbringung aufgrund aktueller Entwicklungen angepasst bzw. erweitert.

Nach Abschluss der Vorbereitung des HKLs und des Patienten sowie der begleitenden medizinischen Dokumentation beginnt die Intervention mit der Durchführung der Koronarangiographie (siehe Abbildung 3.4). Zunächst wird ein arterieller Gefäßzugang per Schleuse – meist in der Leiste oder am Handgelenk des Patienten – gelegt, über den der Kardiologe dann den vorausgewählten Diagnostikkatheter – bei ca. 90 % aller Patienten wird ein Judkins-Katheter eingesetzt; alternativ kann auch ein Amplatz-Katheter eingesetzt werden (Lapp und Krakau 2014, S. 64) – und einen diesen stabilisierenden Draht bis in die zu diagnostizierenden Koronargefäße geführt wird, um diese unter Kontrastmittelgabe<sup>4</sup> über den Diagnostikka-

<sup>3</sup>Für eine einrichtungsunabhängige Übersicht verwendbarer Materialien siehe z. B. Winkhardt (2005, S. 105–129).

<sup>4</sup>„Es sollte so wenig wie möglich und so viel wie nötig Kontrastmittel verwendet werden. Daher ist der Kontrastmittelverbrauch ein Parameter im Rahmen der Qualitätssicherung, der auch von der BQS erfasst wird. Für die Darstellung eines Herzkranzgefäßes sind dabei in der Regel 5-10 ml Kontrastmittel pro Injektion ausreichend. Die Injektion in die Herzhöhlen, die Aorta oder die Pulmonalarterie erfordert größere Kontrastmittelmengen, für deren Applikation eine Injektionspumpe zu benutzen ist. Für Routineuntersuchungen (Koronarien und LV-Angiogramm) sollte der Verbrauch im Mittel unter 110 ml liegen [...]. Die maximal verabreichte Menge für die Diagnostik sollte 5 ml/kg Körpergewicht nicht übersteigen [...]. Ggf. ist die Untersuchung abzubrechen und zu einem späteren Zeitpunkt fortzusetzen.“ (Hamm et al. 2008, S. 482). Ausführliche Informationen zum

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering

theter darstellen zu können. Wird zu Beginn der Koronarangiographie festgestellt, dass der vorausgewählte diagnostische Katheter für die anatomischen Strukturen des Patienten nicht geeignet ist, wählt der Kardiologie so lange einen anderen Katheter, der anschließend durch das nicht-ärztliche Assistenzpersonal im HKL aus dem HKL-Lagerbereich bereitgestellt wird, aus, bis dieser den anatomischen Strukturen des Patienten angemessen ist und die Koronarangiographie durchgeführt werden kann.<sup>5</sup> Parallel dazu wird der schließlich passende diagnostische Katheter durch das nicht-ärztliche Assistenzpersonal im Kontrollraum unter Verwendung des CVIS dokumentiert, um einerseits der medizinisch-rechtlichen Dokumentationspflicht nachzukommen und andererseits, um bei einer möglicherweise später notwendigen erneuten Intervention sofort mit einem passenden Diagnostikkatheter beginnen zu können. Auch interventionsbegleitend werden dem Patienten intravenös bzw. per Os Medikamente verabreicht. Während der gesamten Intervention wird der Patient mittels eines Angiographiesystems unter zeitweiser Gabe von Kontrastmittel, das immer dann zugegeben wird, wenn betroffene Koronargefäße in ihrer Morphologie dargestellt werden sollen, angiographiert. Alle medizinisch und dokumentarisch relevanten Gefäßdarstellungen werden als Videosequenzen im Angiographiesystem gespeichert. Die Bedienung des Angiographiesystems erfolgt durch den Kardiologen. Nach erfolgter Koronarangiographie wird auf Basis des gestellten Befundes entschieden, ob eine Indikation zur Perkutanen Transluminalen Koronarangioplastie (PTCA) gegeben ist.

Im Falle einer gegebenen Indikation, z. B. einer diagnostizierten Stenose, führt der Kardiologe die PTCA, unterstützt durch das anwesende nicht-ärztliche Assistenzpersonal und unter Verwendung des Angiographiesystems, das zusätzliche dokumentationsrelevante Filmaufnahmen speichert, durch (siehe Abbildung 3.5). Zunächst wählt der behandelnde Kardiologe das indikationsspezifisch benötigte Material zur Durchführung der PTCA aus, das anschließend durch das im HKL anwesende nicht-ärztliche Assistenzpersonal aus den Lagerflächen im HKL bereitgestellt wird. Zunächst wird der Stabilisierungsdraht gegen einen längeren und stabileren Führungsdraht ausgetauscht. Anschließend wird der diagnostische Katheter gegen einen Führungskatheter ausgetauscht und über den Führungsdraht in das betroffene Koronargefäß geführt. Führungskatheter weisen einen größeren Innendurchmesser als diagnostische Katheter auf, da über diese die zur Intervention benötigten Materialien (Ballon und/oder ein oder mehrere Stents) in die Koronargefäße eingebracht werden, um die diagnostizierte Stenose zu therapieren. Ist das betroffene Koronargefäß so stark verengt, dass der Stent nicht an die betroffene Stelle des Koronargefäßes geführt werden kann, wird diese zunächst temporär

---

Komplikationsmanagement im Herzkatheterlabor – nicht nur bezogen auf Kontrastmittelunverträglichkeiten – finden sich z. B. bei Kaiser (2013).

<sup>5</sup> „Für diagnostische Herzkatheteruntersuchungen ist in der Regel ein Katheterdurchmesser von 5 French empfehlenswert, da hiermit ein sinnvoller Kompromiss zwischen Darstellungsqualität und vaskulären Komplikationen erzielt wird. Katheterdurchmesser von 4 French können bei bestimmten Indikationen (z. B. schlanker Patient, erhöhtes Blutungsrisiko, ambulante Untersuchung) sinnvoll sein; 6-French-Katheter können gewählt werden, falls eine technisch schwierige Gefäßanatomie bekannt oder mit hoher Wahrscheinlichkeit eine komplexe PCI angeschlossen werden muss.“ (Hamm et al. 2008, S. 482).

mittels Ballondilatation, d. h. durch die Erhöhung des Balloninnendrucks, aufgedehnt. Nach erfolgreich durchgeführter Ballondilatation und der Entfernung des Ballons kann der Stent implantiert werden. Ein Stent ist eine im Gefäß verbleibende Gefäßstütze zur dauerhaften Behebung einer Stenose. Es werden medikamentenbeschichtete (sog. Drug Eluting) und nicht medikamentenbeschichtete Stents und Ballons unterschieden. Nach Abschluss der Intervention und Entfernung des temporär eingebrachten Materials wird die Punktionsstelle verschlossen. Hierzu kann je nach medizinischer Indikation das Verschlussystem „Angio-Seal“, ein Radiales Kompressionsband (TR-Band) oder ein Druckverband verwendet werden. Auch während der PTCA werden dem Patienten Medikamente verabreicht. Begleitend dokumentiert ein Mitglied des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals im Kontrollraum des HKLs erbrachte medizinische Leistungen und eingesetzte medizinische Produkte im für den Patienten im CVIS angelegten Report.

Nach Abschluss der Herzkatheterintervention wird diese unter Berücksichtigung des abrechnungsrelevanten Materialeinsatzes (Stents, Ballons, ggf. Angio-Seal), aus dem sich zum Teil bereits Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS, Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) 2012) ableiten lassen, abgerechnet. Eine vollständige Abrechnung ist erst unter Berücksichtigung weiterer medizinischer Aspekte – hier der Anzahl der intervenierten Gefäße – möglich. Im Rahmen der Abrechnung müssen bereits dokumentierte Informationen erneut manuell in ein IS eingegeben werden. Die ärztliche Dokumentation erfolgt unabhängig hiervon. Eine manuelle Bestandskontrolle aller Verbrauchsmaterialien erfolgt im HKL täglich zu Dienstbeginn. Eine aus der medizinischen Dokumentation abgeleitete Bestandskontrolle ist nur bedingt möglich, da verworfene Materialien (z. B. aufgrund anatomischer Besonderheiten des Patienten) nicht dokumentiert werden. Notwendige Bestellungen werden täglich bis 8 Uhr an den Zentraleinkauf übermittelt, um dort eine untertägige Bearbeitung zu ermöglichen.

Im Anschluss an die durchgeführte PTCA ergänzt ein Mitglied des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals im Kontrollraum des HKLs die während der Intervention mit dem Angiographiesystem erzeugten Filmaufnahmen im Report des CVIS. Dieser wird anschließend durch den Kardiologen um die interventionelle Verlaufsdokumentation, erhobene Befunde sowie Therapie- und Nachsorgeanweisungen ergänzt (siehe Abbildung 3.6). Dokumentationsrelevant während und nach der Interventionsdurchführung sind alle durchgeführten Maßnahmen, Vitalparameter des Patienten, gestellte Diagnosen, verwendete Materialien, verabreichte Medikamente und beteiligtes medizinisches Personal. Parallel dazu schleust das nicht-ärztliche Assistenzpersonal im HKL den Patienten aus dem HKL aus (siehe Abbildung 3.9). Dabei ist zu beachten, dass der Patient erst auf Station transportiert werden kann, wenn die papierbasierte Patientenakte um den aus dem CVIS generierten Bericht der Intervention ergänzt und auf dem Bett des Patienten platziert worden ist (siehe hierzu Abbildung 3.7).

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie  
Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering

Ist keine Indikation zur Durchführung einer PTCA gegeben, so endet die medizinische Leistungserbringung durch den Kardiologen bereits mit dem Ende der Koronarangiographie. Auch in diesem Fall erfolgt anschließend die zuvor beschriebene Dokumentation der erbrachten medizinischen Leistungen und erhobenen Befunde im CVIS durch das nicht-ärztliche Assistenzpersonal im Kontrollraum des HKLs sowie den behandelnden Kardiologen (siehe Abbildung 3.6). Parallel dazu wird der Patient wie zuvor beschrieben ausgeschleust (siehe Abbildung 3.9).

Nach Dokumentation der Intervention im CVIS wird aus dem dort angelegten Report ein Interventionsbericht generiert und zweimal ausgedruckt. Ein Exemplar des Berichtes wird der papierbasierten Patientenakte hinzugefügt, die anschließend gemeinsam mit dem Patienten nach dessen Ausschleusung (siehe Abbildung 3.9) aus dem HKL zurück auf Station gebracht wird. Das zweite Exemplar des Berichts dient als Grundlage der Dokumentation der Intervention mittels papierbasierter Formulare, die neben der durchgeführten Intervention auch erhobene vorläufige Befunde beinhaltet. Darüber hinaus wird der Eingriff in drei sogenannten HKL-Büchern dokumentiert. Das erste HKL-Buch vergibt die laufende Untersuchungsnummer zur Zuordnung des Röntgenfilms. Ergänzend werden ein Patientenaufkleber zur lfd. Nummer eingeklebt, sowie die durchgeführte Untersuchung, Durchleuchtungszeiten und Kontrastmittelmenge und der Name des Untersuchers dokumentiert. Der Untersucher unterschreibt die Eintragung. Das zweite HKL-Buch stellt ein alphabetisches Register dar, in dem der Name des Patienten, die lfd. Nummer, das Untersuchungsdatum sowie die Station des Patienten erfasst werden. Das dritte HKL-Buch wird zur Dokumentation durchgeführter PTCAs und Stentimplantationen verwendet und ordnet diesen eine laufende Nummer zu. Außerdem wird der Produktaufkleber implantierter Materialien eingeklebt, um im Falle von Komplikationen alle Materialien eindeutig identifizieren zu können. Alle beschriebenen Dokumentationsschritte werden durch das Assistenzpersonal im Kontrollraum des HKLs erbracht.

Im Anschluss an die papierbasierte Dokumentation erfolgt die digitale Archivierung der Dokumentation sowie die Abrechnung der erbrachten medizinischen Leistungen (siehe Abbildung 3.8). Hierzu brennt ein Mitglied des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals im Kontrollraum des HKL zunächst den im CVIS angelegten Report sowie die während der Intervention erstellten Angiographieaufnahmen auf einen CD-Rohling und klebt anschließend temporär ein Post-It mit Patientenstamm- und Interventionsdaten auf die CD. Anschließend rechnet ein Mitglied des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals des HKLs die erbrachten medizinischen Leistungen ab und bereitet ggf. die Nachbestellung verbrauchter Konsignationsware vor (siehe hierzu die Erläuterungen zu Abbildung 3.19 und Abbildung 3.20 in Abschnitt 3.4.1).

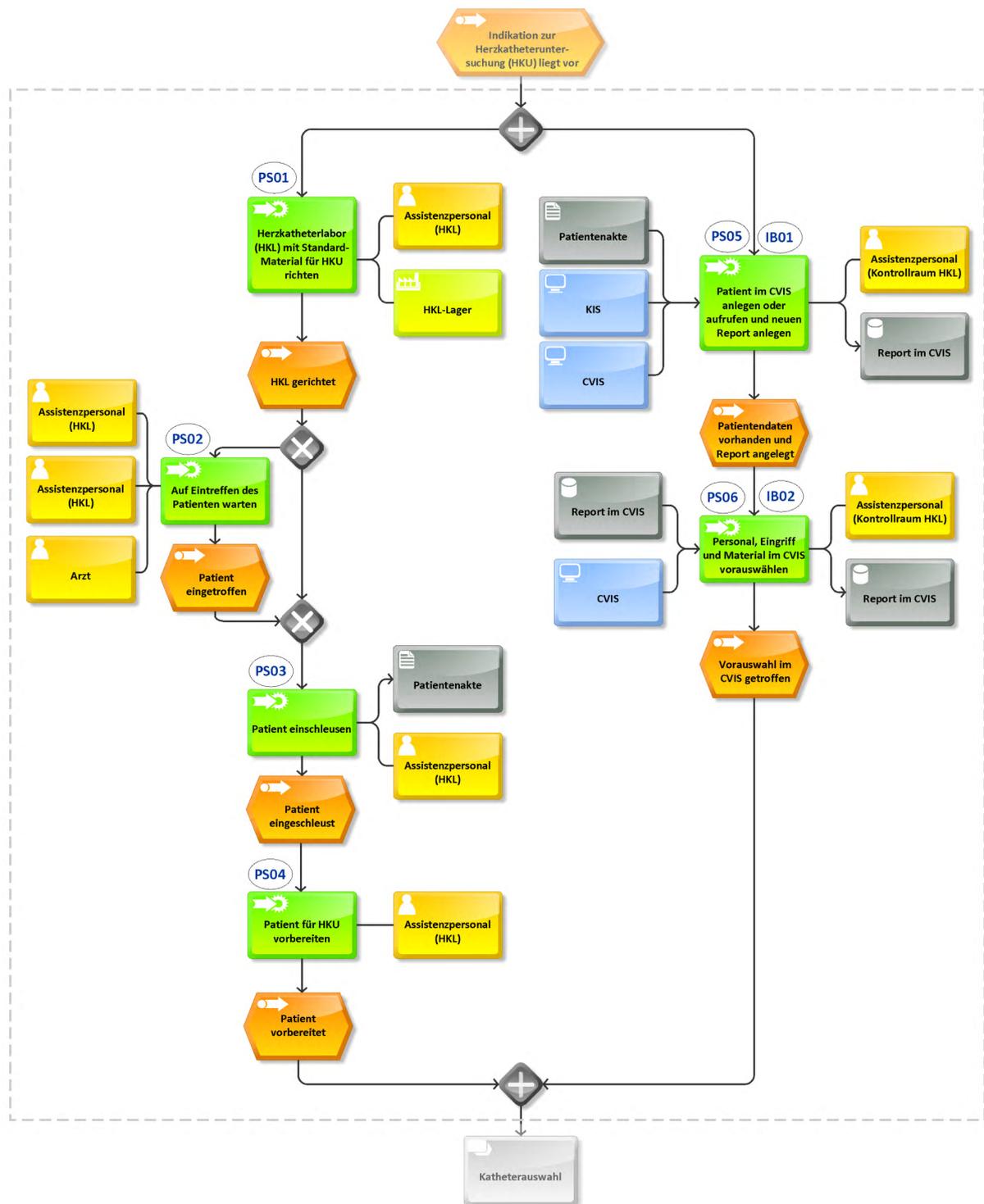


Abbildung 3.3: Koronarangiographie-Subprozess „HKL und Patient vorbereiten“

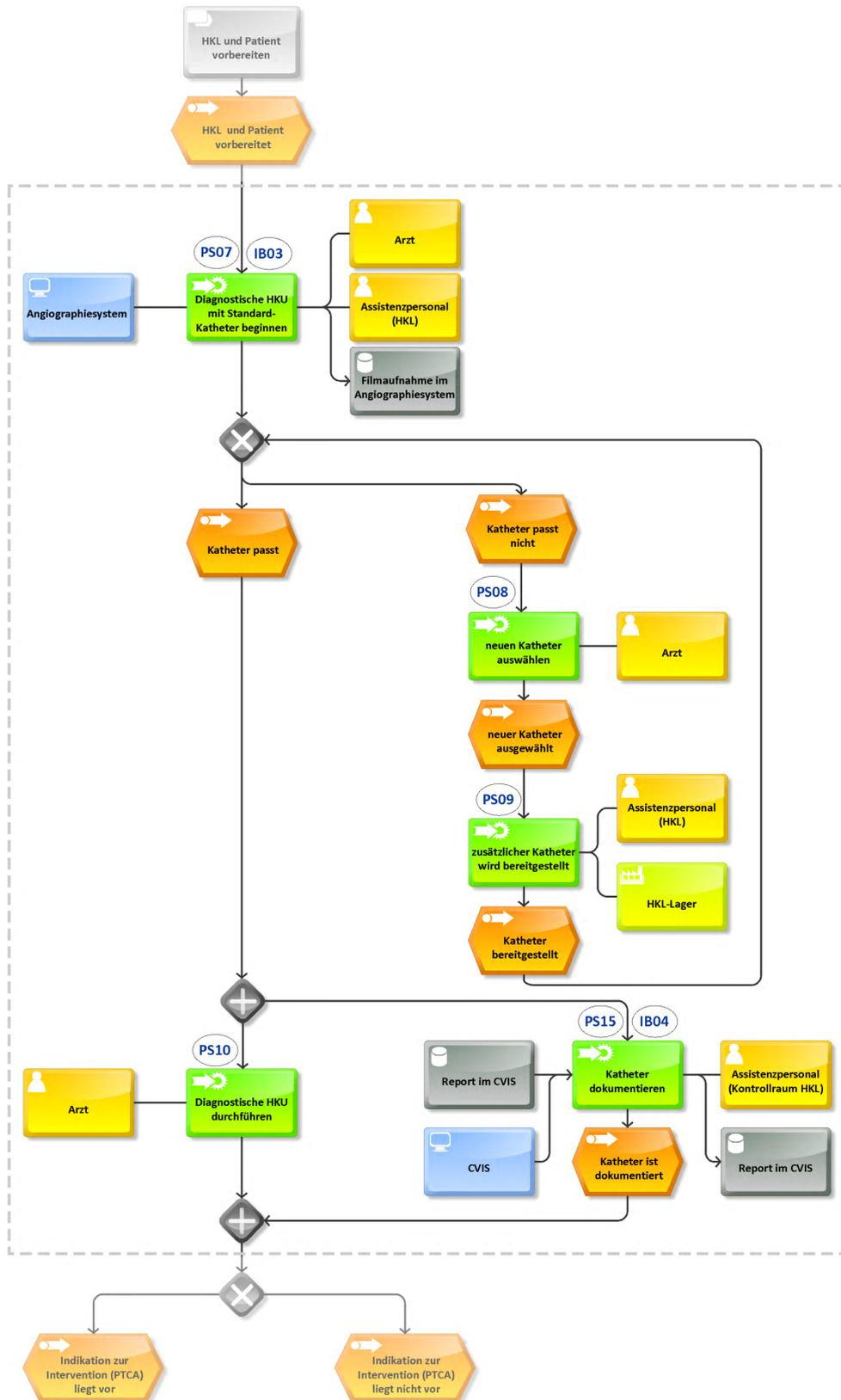


Abbildung 3.4: Koronarangiographie-Subprozess „Katheterauswahl“

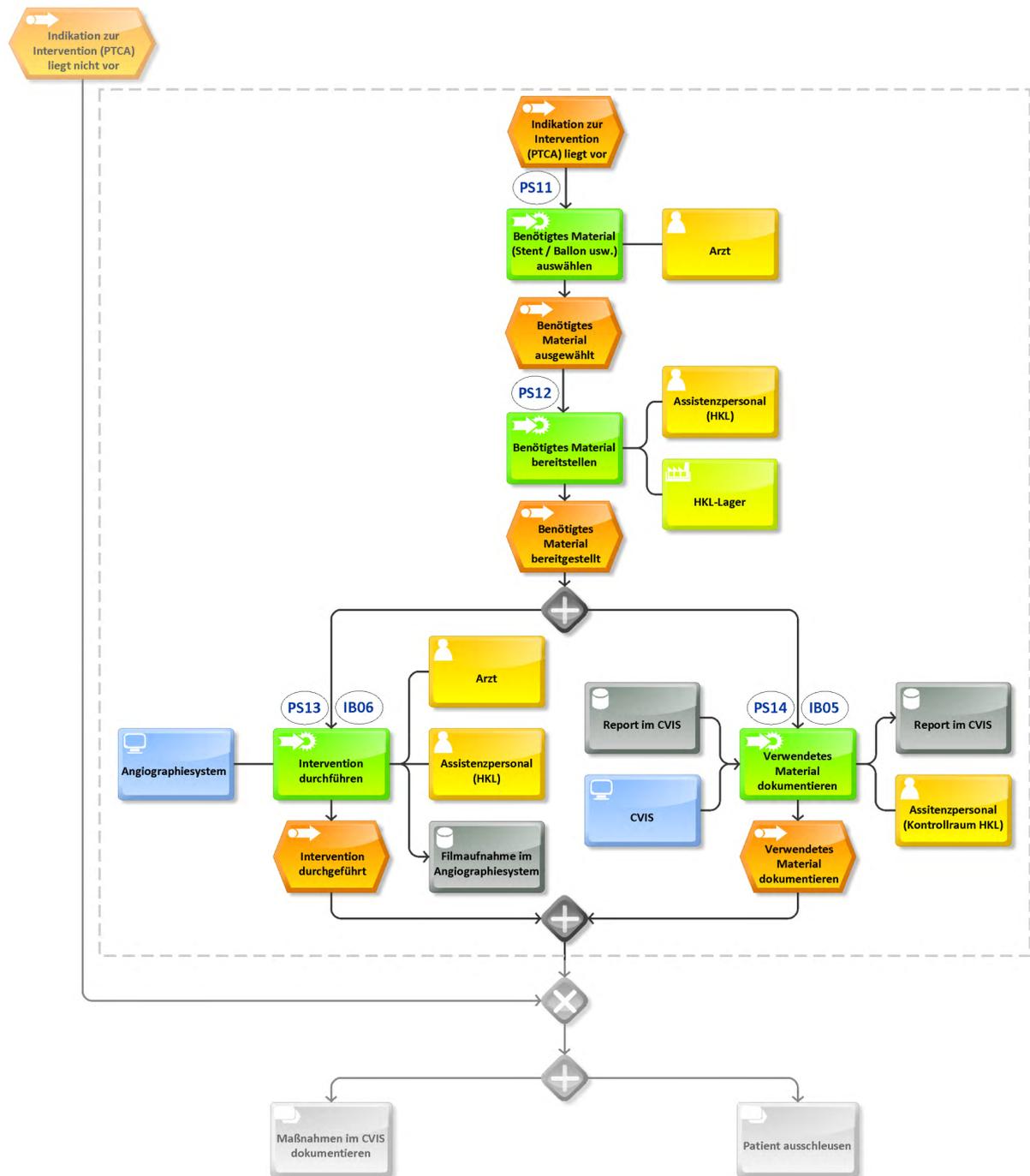


Abbildung 3.5: Koronarangiographie-Subprozess „PTCA vorbereiten und durchführen“

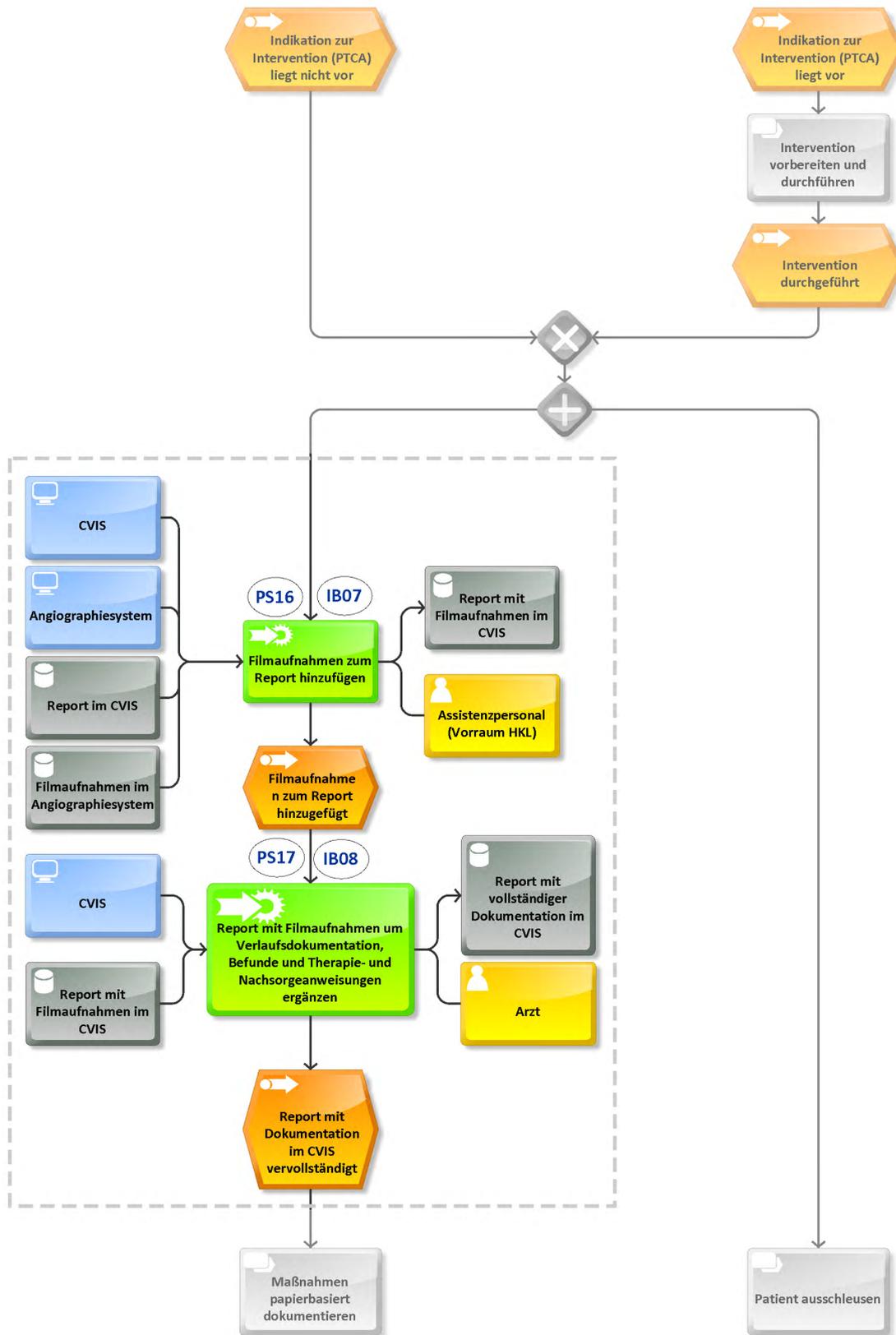


Abbildung 3.6: Koronarangiographie-Subprozess „CVIS-Dokumentation“

### 3 Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse



Abbildung 3.7: Koronarangiographie-Subprozess „Papierbasierte Dokumentation“

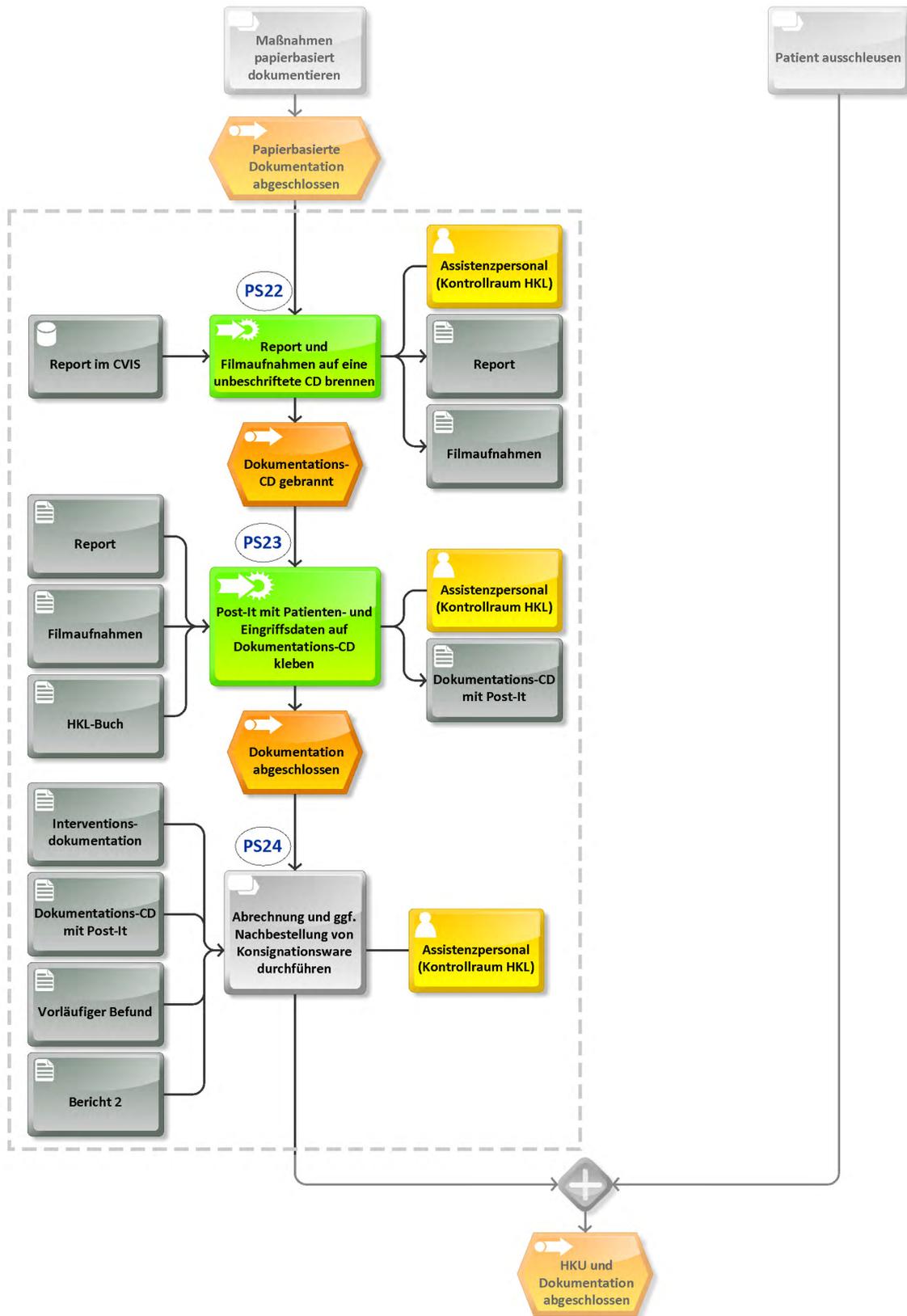


Abbildung 3.8: Koronarangiographie-Subprozess „Digitale Archivierung und Abrechnung“

### 3 Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse

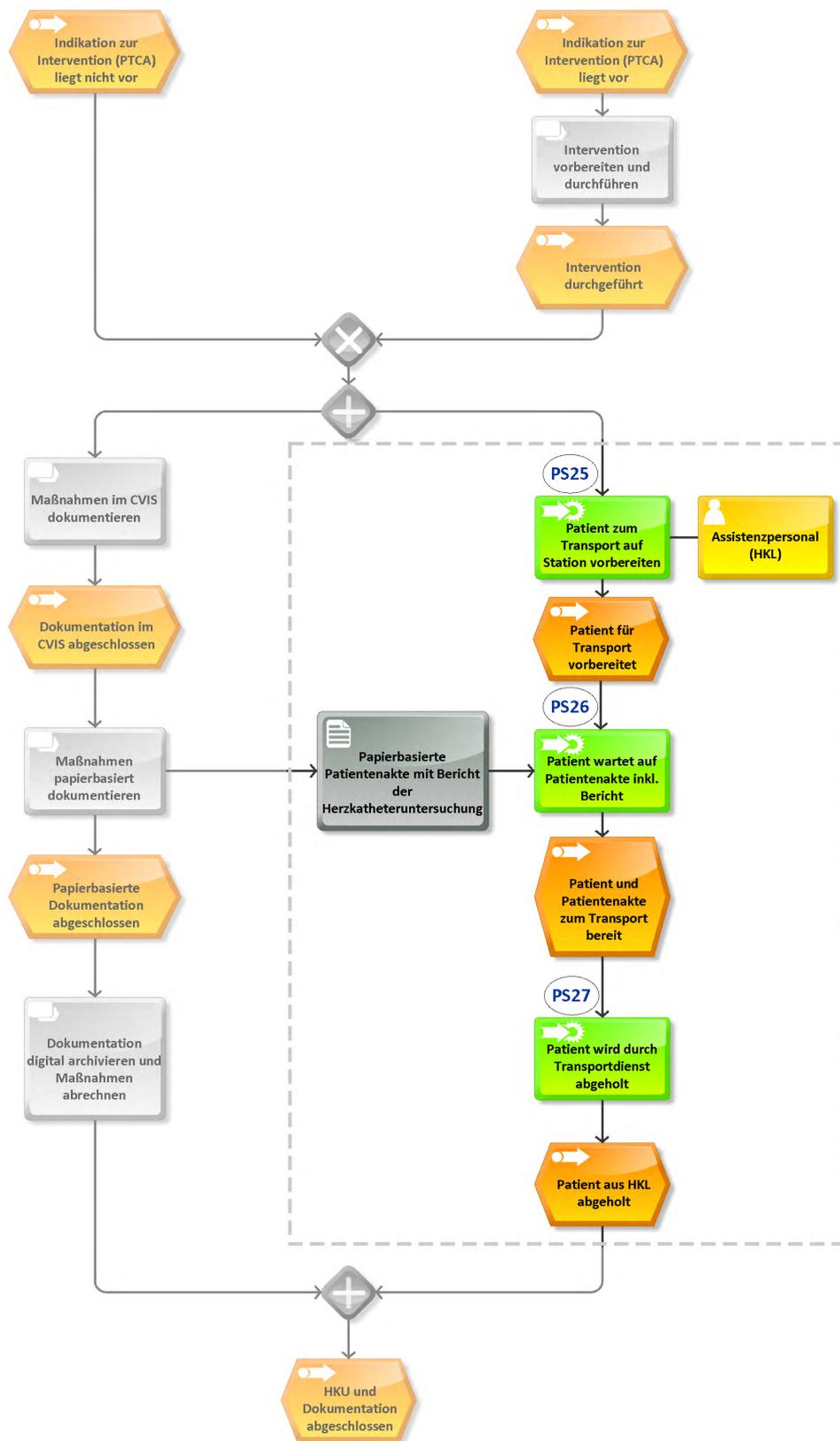


Abbildung 3.9: Koronarangiographie-Subprozess „Patient aus dem HKL ausschleusen“

### 3.2.2 Informationsbedarfsanalyse

Tabelle 3.1 zeigt die Ergebnisse der basierend auf der zuvor präsentierten Prozessdokumentation durchgeführten Informationsbedarfsanalyse. Es wird deutlich, dass eine Reihe von bereits zuvor oder im Rahmen der Koronarintervention erfassten Informationen innerhalb dieser oder im Verlauf des weiteren Krankenhausaufenthaltes, in der ambulanten Weiterversorgung oder im Rahmen eines gegebenenfalls notwendigen späteren Krankenhausaufenthaltes wiederverwendet werden. Vor diesem Hintergrund erlangt eine medienbruchfreie Erfassung und Weiterverarbeitung entsprechender Informationen eine besondere Bedeutung, da sich hierdurch redundante Tätigkeiten im Rahmen der Informationserfassung/-verarbeitung vermeiden lassen können. Darüber hinaus erlauben die identifizierten Informationsbedarfe sowie deren Wiederverwendungsmöglichkeiten die Analyse der Krankenhausinformationssystem-Landschaft mit Blick auf Möglichkeiten zur Förderung der Integration verschiedener Systembestandteile. Beides kann zu einer Reduktion möglicher Übertragungsfehler führen und somit einen Beitrag zur Steigerung der Informationsverfügbarkeit und -qualität leisten. Entsprechende Potenziale werden in Kapitel 4 aufgezeigt.

Tabelle 3.1: Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Koronarangiographie und PTCA

Nr.	Informationsbedarf	Bedarf durch	Informationsherkunft	Informationswiederverwendung	Wiederverwendung durch
1	Patientenstammdaten (Name, Vorname, Geburtsdatum)	nicht-ärztliches Assistenzpersonal Vorraum HKL	Patientenakte, KIS (erfasst im Rahmen der regulären Aufnahme)	während des gesamten Krankenhausaufenthaltes zur Abrechnung	medizinisches Personal, Verwaltungspersonal
2	beteiligtes Personal (Name, Funktion), Eingriffsart (Zugangsweg), verwendetes Material	nicht-ärztliches Assistenzpersonal Vorraum HKL	Alle Informationen sind bereits im CVIS eingetragen und werden dort ausgewählt	während des gesamten Krankenhausaufenthaltes zur Abrechnung	medizinisches Personal, Verwaltungspersonal
3	Filmaufnahme mit Patientendaten, Neigung der Röntgenanlage	nicht-ärztliches Assistenzpersonal Vorraum HKL	Angiographiesystem (Film), CVIS (Patientendaten)	Patientenakte (Dokumentation), ggf. bei Komplikationen, bei juristischen Angelegenheiten	medizinisches Personal
4	Katheter (Hersteller, Konfiguration, d.h. Neigungswinkel und Größe)	nicht-ärztliches Assistenzpersonal Vorraum HKL	CVIS	Patientenakte (Dokumentation), ggf. bei erneuter Untersuchung zur Wahl des geeigneten Katheters	medizinisches Personal
5	Stent und Ballon (Hersteller, Konfiguration, d.h. Größe und ggf. Medikamentenbeschichtung)	nicht-ärztliches Assistenzpersonal Vorraum HKL	CVIS	ggf. bei erneuter Untersuchung als Auszug der alten Akte	medizinisches Personal
6	siehe 3	siehe 3	siehe 3	siehe 3	siehe 3
7	siehe 3	siehe 3	siehe 3	Aushändigung in Auszügen (Ventrikel, rechte und linke Koronarie) an Patient in gedruckter Form	-

Tabelle 3.1: Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Koronarangiographie und PTCA – Fortsetzung

Nr.	Informationsbedarf	Bedarf durch	Informationsherkunft	Informationswiederverwendung	Wiederverwendung durch
8	medizinische Dokumentation (siehe ausführlich: Herzkatheterbericht)	nicht-ärztliches Assistenzpersonal Vorraum HKL	CVIS, dokumentiert während/nach dem Eingriff	im Rahmen der weiteren Behandlung	Stationspflege, Stationsarzt
9	medizinische Dokumentation, Medikationsanordnung	medizinisches Personal sonal	Dokumentation während und nach dem Eingriff	im Rahmen der weiteren Behandlung	Stationspflege, Stationsarzt, Patient
10	alphabetisches HKL-Buch: Patientenstammdaten, Filmnummer, Untersuchungsdatum; HKL-Diagnosebuch: Untersuchungsdatum, Filmnummer, Patientenstammdaten; HKL-Untersuchungsbuch: Untersuchungsdatum, Patientenstammdaten, Eingriffsart, Arzt/Ärzte, Durchleuchtungszeit, Kontrastmittelmenge, Filmnummer, Untersuchungsnummer mit Jahreszahl, Untersuchungsnummer insgesamt	nicht-ärztliches Assistenzpersonal Vorraum HKL	dokumentiert während /nach dem Eingriff	schnelles Auffinden bei Notfällen, Beantwortung HKL-externer Anfragen, Backup für IT-Systemausfall, zur Kontrolle der zur Abrechnung dokumentierten Leistungen	nicht-ärztliches Assistenzpersonal, Medizincontrolling

Tabelle 3.1: Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Koronarangiographie und PTCA – Fortsetzung

Nr.	Informationsbedarf	Bedarf durch	Informationsherkunft	Informationswiederverwendung	Wiederverwendung durch
11	Patientenstammdaten, Eingriffsart (Zugangsweg), ggf. Stent-/Ballonart, Hersteller, Artikelnummer, Stückzahl (siehe Prozessmodell Konsignationsbestellung)	nicht-ärztliches Assistenzpersonal HKL	dokumentiert während dem Eingriff, Verpackung der Konsignationsware (z. B. Aufkleber)	siehe Abrechnungsprozess siehe Bestellprozess	nicht-ärztliches Assistenzpersonal HKL (Abrechnung), Medizincontrolling (Überprüfung der Abrechnung), Einkauf (Bestellvorgang), HKL (manuelle Nachverfolgung des Bestellvorgangs)

### 3.2.3 Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung

Die vorliegende modellbasierte Dokumentation des Prozesses der medizinischen Leistungserbringung kann bei Vorliegen benötigter Informationen zu Personalkosten, Materialkosten sowie IT-Kosten als Grundlage einer prozessorientierten Ermittlung der Selbstkosten der medizinischen Leistungserbringung dienen (Schlüchtermann 2013, S. 361–363).<sup>6</sup> Da im Rahmen des Projektes aus datenschutzrechtlichen Gründen keine realen Kostensätze erhoben werden konnten, werden die in Tabelle 3.2 dargestellten, durchschnittlichen Kostensätze angenommen, die basierend auf Expertengesprächen außerhalb des Projektes geschätzt worden sind.<sup>7</sup> Dabei ist zu beachten, dass im vorliegenden Anwendungsfall lediglich Einzelkosten berücksichtigt werden. Gemeinkosten, z. B. für Leitungsaufgaben, kalkulatorische Raummiete usw., konnten im Rahmen des Projektes ebenfalls aus Datenschutzgründen nicht ermittelt bzw. verwendet werden. Somit liefern die ermittelten durchschnittlichen Kosten pro medizinischer Leistungserbringung nur einen Anhaltspunkt bzgl. der anfallenden Selbstkosten basierend auf Einzelkosten, sodass die Ergebnisse dem Bereich der Teilkostenrechnung zuzuordnen sind (Schlüchtermann 2013, S. 332).

Tabelle 3.2: Der modellbasierten pfad-/prozessorientierten Kostenrechnung zugrundeliegende Kostensätze

Kostenart	Bezugsgröße	Kostensatz [EUR pro min.]
Personalkosten	Ärztlicher Dienst	1.20
	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal	0.60
		[EUR pro Stk.]
Materialkosten	Standardmaterial-Set	20.00
	Diagnostik-/Führungsdraht	10.00
	Katheter	15.00
	Schleuse	15.00
	Medikamentenbeschichteter Ballon	75.00
	Medikamentenbeschichteter Stent	420.00
		[EUR je Transaktion]
MT-/IT-Kosten	Krankenhausinformationssystem	n/a
	Cardiovascular Information System	n/a
	Angiographiesystem	n/a

Ziel der durchgeführten pfad-/prozessorientierten Kostenrechnung ist die Schaffung einer entsprechenden Transparenz über die im Rahmen der medizinischen Leistungserbringung durchschnittlich anfallenden Kosten. Außerdem eignet sich der Ansatz der pfad-/prozessorientierten Kostenrechnung infolge der geschaffenen Transparenz auch als Grundlage von Kostenoptimierungsbestrebungen und kann somit als Planungs-/Steuerungsinstrument verstanden und in

<sup>6</sup>Eine Einführung in die Entstehung und Anwendung der Prozesskostenrechnung findet sich z. B. bei Coenenberg, Fischer und Günther (2012, S. 154–182).

<sup>7</sup>Zu Kostensätzen des Medizintechnik- bzw. Informationssystemeinsatzes sind keine Schätzungen möglich gewesen.

der hier angewendeten Form der Plankostenrechnung zugeschrieben werden (Schweitzer und Küpper 2008, S. 63, 506).

Tabelle 3.3 enthält eine Auflistung aller im Rahmen der Koronarangiographie mit anschließender perkutaner transluminaler Koronarangiographie durchgeführten Prozessschritte inkl. des darin eingesetzten Personals (Angabe in Minuten) sowie der medizinischen Verbrauchsgüter (Angabe in Stück). Basierend auf der Kombination der zeitlichen Personalanspruchnahme und der intensitätsmäßigen Nutzung der medizinischen Verbrauchsgüter werden die durchschnittlichen Kosten pro Prozessschritt ermittelt.

Eine detailliertere Betrachtung der Ist-Kosten, d. h. realisierter Kosten, lässt sich nur auf Ebene der Prozessinstanzen, d. h. der individuellen medizinischen Leistungserbringung pro Patient realisieren. In diesem Zusammenhang sei auf die im Anschluss an Tabelle 3.3 diskutierten Aspekte der Dynamisierung der vorgestellten Kostenrechnung verwiesen.

Tabelle 3.3: Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung

Kostenart	Bezugsgröße	Einsatzzeit [Min.]	Inanspruch- nahme [Stk.]	Kostensatz [EUR]	Gesamtkosten [EUR]
<b>Prozessschritt 1: HKL mit Standardmaterial für Koronarangiographie herrichten</b>					
Material	Set	-	1.00	20.00	20.00
Material	Draht	-	1.00	10.00	10.00
Material	Katheter	-	1.00	15.00	15.00
Material	Schleuse	-	1.00	15.00	15.00
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	5.00	-	0.60	3.00
Gesamtkosten für Prozessschritt 1:					63.00
<b>Prozessschritt 2: Auf Ankniff des Patienten warten</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	0.00	-	0.60	0.00
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	0.00	-	0.60	0.00
Personal	Arzt	0.00	-	1.20	0.00
Gesamtkosten für Prozessschritt 2:					0.00
<b>Prozessschritt 3: Patient einschleusen</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	7.00	-	0.60	4.20
Gesamtkosten für Prozessschritt 3:					4.20
<b>Prozessschritt 4: Patient für Koronarangiographie vorbereiten</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	5.00	-	0.60	3.00
Gesamtkosten für Prozessschritt 4:					3.00

Tabelle 3.3: Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung – Fortsetzung

Kostenart	Bezugsgröße	Einsatzzeit [Min.]	Inanspruchnahme [Stk.]	Kostensatz [EUR]	Gesamtkosten [EUR]
<b>Prozessschritt 5: Patienten im CVIS anlegen oder aufrufen und neuen Report anlegen</b>					
IT	Krankenhausinformationssystem	5.00	-	-	n/a
IT	Cardiovascular Information System	3.00	-	-	n/a
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	8.00	-	0.60	4.80
Gesamtkosten für Prozessschritt 5: 4.80					
<b>Prozessschritt 6: Personal, Eingriff und Material im CVIS vorauswählen</b>					
IT	Cardiovascular Information System	7.00	-	-	n/a
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	7.00	-	0.60	4.20
Gesamtkosten für Prozessschritt 6: 4.20					
<b>Prozessschritt 7: Koronarangiographie mit Standard-Katheter beginnen</b>					
IT	Angiographiesystem	14.00	-	-	n/a
Personal	Arzt	14.00	-	1.20	16.80
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	10.00	-	0.60	6.00
Gesamtkosten für Prozessschritt 7: 22.80					
<b>Prozessschritt 8: Neuen Katheter auswählen</b>					
Personal	Arzt	0.00	-	1.20	0.00
Gesamtkosten für Prozessschritt 8: 0.00					
<b>Prozessschritt 9: Zusätzlicher Katheter wird bereitgestellt</b>					
Material	Katheter	-	0.00	15.00	0.00
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	0.00	-	0.60	0.00
Gesamtkosten für Prozessschritt 9: 0.00					

Tabelle 3.3: Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung – Fortsetzung

Kostenart	Bezugsgröße	Einsatzzeit [Min.]	Inanspruch- nahme [Stk.]	Kostensatz [EUR]	Gesamtkosten [EUR]
<b>Prozessschritt 10: Koronarangiographie durchführen</b>					
Personal	Arzt	16.00	-	1.20	19.20
Gesamtkosten für Prozessschritt 10: 19.20					
<b>Prozessschritt 11: Benötigtes Material (Stent, Ballon usw.) auswählen</b>					
Personal	Arzt	2.00	-	1.20	2.40
Gesamtkosten für Prozessschritt 11: 2.40					
<b>Prozessschritt 12: Benötigtes Material bereitstellen</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	4.00	-	0.60	2.40
Material	Medikamentenbeschichteter Ballon	-	1.00	75.00	75.00
Material	Medikamentenbeschichteter Stent	-	1.00	420.00	420.00
Gesamtkosten für Prozessschritt 12: 497.40					
<b>Prozessschritt 13: Intervention durchführen</b>					
IT	Angiographiesystem	8.00	-	-	n/a
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	3.00	-	0.60	1.80
Personal	Arzt	7.00	-	1.20	8.40
Gesamtkosten für Prozessschritt 13: 10.20					
<b>Prozessschritt 14: Stent und/oder Ballon dokumentieren</b>					
IT	Cardiovascular Information System	4.00	-	-	n/a
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	4.00	-	0.60	2.40
Gesamtkosten für Prozessschritt 14: 2.40					

Tabelle 3.3: Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung – Fortsetzung

Kostenart	Bezugsgröße	Einsatzzeit [Min.]	Inanspruchnahme [Stk.]	Kostensatz [EUR]	Gesamtkosten [EUR]
<b>Prozessschritt 15: Katheter dokumentieren</b>					
IT	Cardiovascular Information System	3.00	-	-	n/a
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	3.00	-	0.60	1.80
Gesamtkosten für Prozessschritt 15:					1.80
<b>Prozessschritt 16: Filmaufnahmen zum Report hinzufügen</b>					
IT	Angiographiesystem	2.00	-	-	n/a
IT	Cardiovascular Information System	4.00	-	-	n/a
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	6.00	-	0.60	3.60
Gesamtkosten für Prozessschritt 16:					3.60
<b>Prozessschritt 17: Report mit Bericht des Ablaufs, Befunden und Nachsorgeanweisung vervollständigen und abspeichern</b>					
IT	Cardiovascular Information System	2.00	-	-	n/a
Personal	Arzt	2.00	-	1.20	2.40
Gesamtkosten für Prozessschritt 17:					2.40
<b>Prozessschritt 18: Berichte aus Report erzeugen und 2x ausdrucken</b>					
IT	Cardiovascular Information System	4.00	-	-	n/a
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	6.00	-	0.60	3.60
Gesamtkosten für Prozessschritt 18:					3.60
<b>Prozessschritt 19: Bericht in die Patientenakte legen</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	1.00	-	0.60	0.60
Gesamtkosten für Prozessschritt 19:					0.60

Tabelle 3.3: Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung – Fortsetzung

Kostenart	Bezugsgröße	Einsatzzeit [Min.]	Inanspruch- nahme [Stk.]	Kostensatz [EUR]	Gesamtkosten [EUR]
<b>Prozessschritt 20: Eingriff auf Papierformularen dokumentieren</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	6.00	-	0.60	3.60
Gesamtkosten für Prozessschritt 20:					3.60
<b>Prozessschritt 21: Eingriff in HKL-Büchern dokumentieren</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	3.00	-	0.60	1.80
Gesamtkosten für Prozessschritt 21:					1.80
<b>Prozessschritt 22: Report und Filmaufnahme auf eine unbeschriftete CD brennen</b>					
IT	Cardiovascular Information System	6.00	-	-	n/a
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	6.00	-	0.60	3.60
Gesamtkosten für Prozessschritt 22:					3.60
<b>Prozessschritt 23: Post-It mit Patienten- und Eingriffsdaten auf CD kleben</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	1.00	-	0.60	0.60
Gesamtkosten für Prozessschritt 23:					0.60
<b>Prozessschritt 24: Abrechnung und ggf. Nachbestellung von Konsignationsware vorbereiten</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	12.00	-	0.60	7.20
Gesamtkosten für Prozessschritt 24:					7.20

Tabelle 3.3: Modellbasierte pfad-/prozessorientierte Kostenrechnung – Fortsetzung

Kostenart	Bezugsgröße	Einsatzzeit [Min.]	Inanspruchnahme [Stk.]	Kostensatz [EUR]	Gesamtkosten [EUR]
<b>Prozessschritt 25: Patient zum Transport auf Station vorbereiten</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	5.00	-	0.60	3.00
Gesamtkosten für Prozessschritt 25:					3.00
<b>Prozessschritt 26: Patient wartet auf Patientenakte inkl. Bericht</b>					
-	Keine	-	-	-	0.00
Gesamtkosten für Prozessschritt 26:					0.00
<b>Prozessschritt 27: Patient wird abgeholt</b>					
-	Keine	-	-	-	0.00
Gesamtkosten für Prozessschritt 27:					0.00
Gesamtkosten der Durchführung einer Koronarangiographie mit anschließender PTCA:					665.40

Da die vorgestellte prozessorientierte Kostenrechnung aufgrund ihrer statischen Präsentation keine dynamischen Anpassungen ermöglicht, sei auf folgende dynamisch auf die resultierenden pfad-/prozessorientierten Kosten wirkenden Faktoren hingewiesen:

- Prozessschritt 2: „Auf Ankunft des Patienten warten“:  
Jede Minute, die das medizinische Personal auf die Ankunft des Patienten wartet, verursacht entsprechend zusätzliche Personalkosten. Darüber hinaus wäre ggf. auch kalkulatorische Raummiete – die im Rahmen des Projektes nicht berücksichtigt worden ist – sowie resultierende Verzögerungen im Betriebsablauf des HKL zu berücksichtigen, die ggf. Mehrarbeitszeit des medizinischen Personals nach sich ziehen kann. Diese wäre entsprechend getroffener Arbeitszeitvereinbarungen auszugleichen oder zu vergüten. *Jede Minute, um die sich die Ankunft des Patienten verzögert, verursacht zusätzliche Kosten in Höhe von 2,40 EUR.*
- Prozessschritte 8 und 9: „Neuen Katheter auswählen und bereitstellen“:  
Stellt der behandelnde Arzt fest, dass der zu Beginn der Intervention bereitgestellte Standardkatheter nicht für die Anatomie des Patienten geeignet ist, wählt er einen anderen Katheter aus, der durch das nicht-ärztliche Assistenzpersonal bereitgestellt wird. Dieser Vorgang wird bei Bedarf solange wiederholt bis ein für den Patienten passender Katheter gefunden worden ist und die Koronarangiographie durchgeführt werden kann. Jeder benutzte aber nicht passende Katheter muss verworfen werden. Folglich resultieren Kosten für einen oder mehrere verworfene Katheter sowie zusätzlicher Zeitaufwand für alle beteiligten Personen. Da individuelle anatomische Besonderheiten des Patienten in der Regel nicht vorab bekannt sind, lässt sich die zuvor beschriebene Situation kaum vermeiden. *Jede zusätzliche Auswahl eines Katheters sowie das Verwerfen eines nicht passenden Katheters verursacht Kosten in Höhe von 19,80 EUR.*
- Prozessschritte 11-15: „PTCA vorbereiten, durchführen und dokumentieren“:  
Die Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation einer PTCA erfolgt nur dann, wenn zuvor eine entsprechende Indikation gestellt worden ist. Eine Analyse der Leistungszahlen von 765 Herzkatheterlaboren im Jahr 2008 hat ergeben, dass 845.172 Koronarangiographien durchgeführt worden sind und in 35,95 % eine Indikation zur anschließenden Intervention (PTCA oder Ballondilatation) gestellt worden ist (Buuren 2010, S. 502 ff.). Vor diesem Hintergrund sollte eine auf die Koronarangiographie folgende Intervention nicht als Regelfall angesehen werden. *Entsprechend reduzieren sich die in Tabelle 3.3 ermittelten Kosten der medizinischen Leistungserbringung um 512,40 EUR auf 153,00 EUR.*

Tabelle 3.4 veranschaulicht die zuvor exemplarisch beschriebenen möglichen dynamischen Effekte im Rahmen der analysierten Koronarangioplastie mit anschließender PTCA. Es ist zu beachten, dass zusätzlicher Ressourceneinsatz, z. B. bei einer Mehrgefäß-Intervention zu zusätzlichen Personal- und Materialkosten führt.

Tabelle 3.4: *Dynamisierung der pfad-/prozessorientierten Kostenrechnung*

Kostenart	Bezugsgröße	Einsatzzeit [Min.]	Inanspruchnahme [Stk.]	Kostensatz [EUR]	Gesamtkosten [EUR]
<b>Patientenankunft verspätet sich</b>					
<b>Prozessschritt 2: Auf Ankniff des Patienten warten</b>					
Personal	Arzt	1.00	-	1.20	1.20
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	1.00	-	0.60	0.60
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	1.00	-	0.60	0.60
				Gesamtkosten für Prozessschritt 2:	2.40
<b>Zusatzkosten pro Minute Verspätung des Patienten: 2.40</b>					
<b>Katheter passt nicht</b>					
<b>Prozessschritt 8: Neuen Katheter auswählen</b>					
Personal	Arzt	2.00	-	1.20	2.40
				Gesamtkosten für Prozessschritt 8:	2.40
<b>Prozessschritt 9: Zusätzlicher Katheter wird bereitgestellt</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	4.00	-	0.60	2.40
Material	Katheter	-	1.00	15.00	15.00
				Gesamtkosten für Prozessschritt 9:	17.40
<b>Zusatzkosten je Durchlauf mit falschem Katheter:</b>					<b>19.80</b>

Tabelle 3.4: Dynamisierung der pfad-/prozessorientierten Kostenrechnung – Fortsetzung

Kostenart	Bezugsgröße	Einsatzzeit [Min.]	Inanspruch- nahme [Stk.]	Kostensatz [EUR]	Gesamtkosten [EUR]
<b>PTCA ist notwendig</b>					
<b>Prozessschritt 11: Benötigtes Material (Stent, Ballon usw.) auswählen</b>					
Personal	Arzt	2.00	-	1.20	2.40
					Gesamtkosten für Prozessschritt 11: 2.40
<b>Prozessschritt 12: Benötigtes Material bereitstellen</b>					
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	4.00	-	0.60	2.40
Material	Medikamentenbeschichteter Ballon	-	1.00	75.00	75.00
Material	Medikamentenbeschichteter Stent	-	1.00	420.00	420.00
					Gesamtkosten für Prozessschritt 12: 497.40
<b>Prozessschritt 13: Intervention durchführen</b>					
IT	Angiographiesystem	8.00	-	-	n/a
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Herzkatheterlabor)	3.00	-	0.60	1.80
Personal	Arzt	7.00	-	1.20	8.40
					Gesamtkosten für Prozessschritt 13: 10.20
<b>Prozessschritt 14: Stent und / oder Ballon dokumentieren</b>					
IT	Cardiovascular Information System	4.00	-	-	n/a
Personal	Nicht-ärztliches Assistenzpersonal (im Kontrollraum des Herzkatheterlabors)	4.00	-	0.60	2.40
					Gesamtkosten für Prozessschritt 14: 2.40
					<b>Gesamtkosten der Durchführung einer PTCA: 512.40</b>

## 3.3 Herzschrittmacherimplantation

### 3.3.1 Prozessdokumentation

#### **Allgemeine Beschreibung**

Abbildung 3.10 zeigt den typischen Ablauf einer Herzschrittmacherimplantation. Prozessschnittstellen werden im vorliegenden Diagramm analog zu aggregierten Prozesstypen verwendet, d. h. sie stehen jeweils stellvertretend für ein detaillierteres Kontrollflussdiagramm, weshalb jede Prozessschnittstelle um einen Verweis auf das zugehörige detaillierte Kontrollflussdiagramm ergänzt worden ist.

Im vorliegenden Anwendungsfall wird davon ausgegangen, dass eine entsprechende Indikationsstellung erfolgt ist und der Patient sich bereits stationär im Krankenhaus befindet, um eine Herzschrittmacherimplantation vornehmen zu lassen. Bevor mit der Herzschrittmacherimplantation begonnen werden kann, muss der kardiologische Operationsaal (OP-Saal) vorbereitet und der Patient eingeschleust werden (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.11). Dann wird der für den Patienten passende Herzschrittmacher ausgewählt und der Patient für den Eingriff vorbereitet (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.12). Ist der Herzschrittmacher ausgewählt und der Patient vorbereitet, wird die Herzschrittmacherimplantation vorgenommen und operationsbegleitend dokumentiert (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.13). Nach Abschluss der Herzschrittmacherimplantation wird zunächst der OP-Bericht erstellt (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.14), bevor weitere Dokumente erstellt werden (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.15). Zuletzt werden relevante Informationen der Herzschrittmacherimplantation an die Finanzbuchhaltung gemeldet (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.16). Parallel zur Dokumentation wird der Patient ausgeschleust (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.17), wobei zu beachten ist, dass der Patient den OP-Bereich erst verlassen kann, wenn benötigte Dokumente erstellt und in die papierbasierte Patientenakte eingelegt worden sind.

#### **Detaillierte Beschreibung**

Die Vorbereitung des kardiologischen OP-Saals beginnt mit der Bereitstellung der zur Herzschrittmacherimplantation benötigten Materialien sowie der sterilen Siebe, die das Operationsbesteck beinhalten, durch das kardiologische Assistenzpersonal (siehe Abbildung 3.11). Dieses dokumentiert außerdem die bereitgestellten Sterilgüter und meldet deren Verbrauch mittels Papierformular an den Zentraleinkauf. Sobald der OP-Saal vorbereitet ist, muss ggf. auf den Patienten gewartet werden, falls dieser noch nicht von Station zur Schleuse des kardiologischen OP-Saals gebracht worden ist. Ist der Patient dort eingetroffen, wird er durch das kardiologische Assistenzpersonal eingeschleust und die mit dem Patienten eingetroffene Patientenakte an den Operateur übergeben, der die Operabilität des Patienten überprüft. Hierzu werden

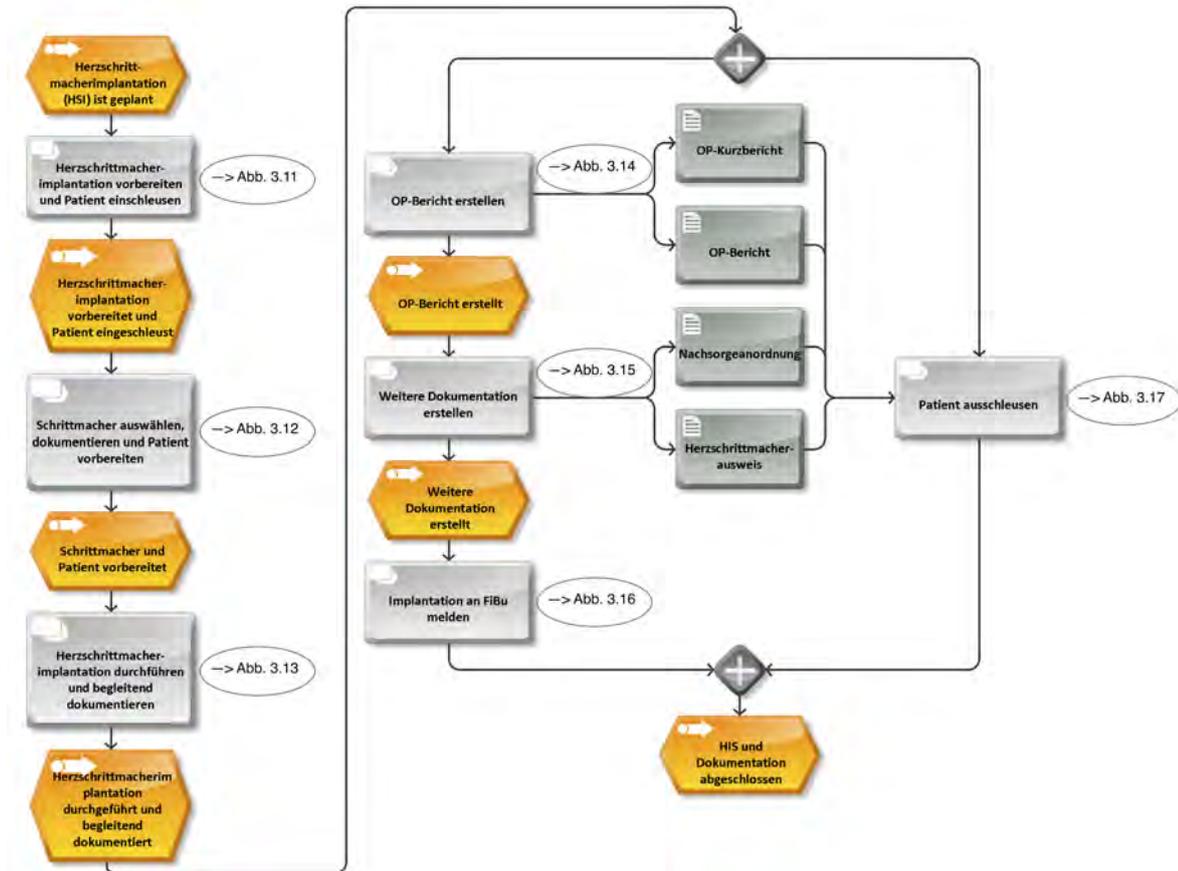


Abbildung 3.10: Aggregierter Gesamtprozess „Schrittmacherimplantation“

Laborwerte, Röntgenbilder im Picture Archiving and Communication System (PACS), ein Elektrokardiogramm sowie die Einwilligung des Patienten überprüft. Sobald die Operabilität des Patienten festgestellt worden ist, wird mit der Auswahl des geeigneten Herzschrittmachers (auch Aggregat genannt) begonnen und der Patient auf die Operation vorbereitet. Sollte die Operationsfähigkeit des Patienten nicht festgestellt werden können, muss die Implantation des Herzschrittmachers verschoben werden, bis der Patient sich in einem operationsfähigen Zustand befindet.

Die Auswahl des geeigneten Aggregates und der zugehörigen Elektrode(n) erfolgt basierend auf der zuvor gestellten und in der Patientenakte dokumentierten medizinischen Indikation durch den Operateur, der diese anschließend aus dem Konsignationslager im Vorraum des kardiologischen OP-Saals entnimmt (siehe Abbildung 3.12). Die Stammdaten des Patienten, des OP-Teams sowie alle relevanten Daten des Aggregates und der zugehörige(n) Elektrode(n), d. h. jeweils Typ und Seriennummer, werden durch den Operateur im Informationssystem Pacer (ProPace) dokumentiert. Hierbei handelt es sich um ein Datenbanksystem zur Verwaltung und Dokumentation von Herzschrittmacher- und Defibrillatorimplantationen sowie zur Unterstützung des Follow-Ups. Darüber hinaus werden Qualitätssicherungsmaßnahmen, sta-

### 3 Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse

tistische Auswertungen sowie das Management des Konsignationslagers unterstützt. Danach registriert der Operateur das Aggregat und die zugehörige(n) Elektrode(n) im System des Aggregateherstellers. Parallel zu den Aktivitäten des Operateurs bereitet das kardiologische Assistenzpersonal den Patienten im OP-Saal auf die Intervention vor.

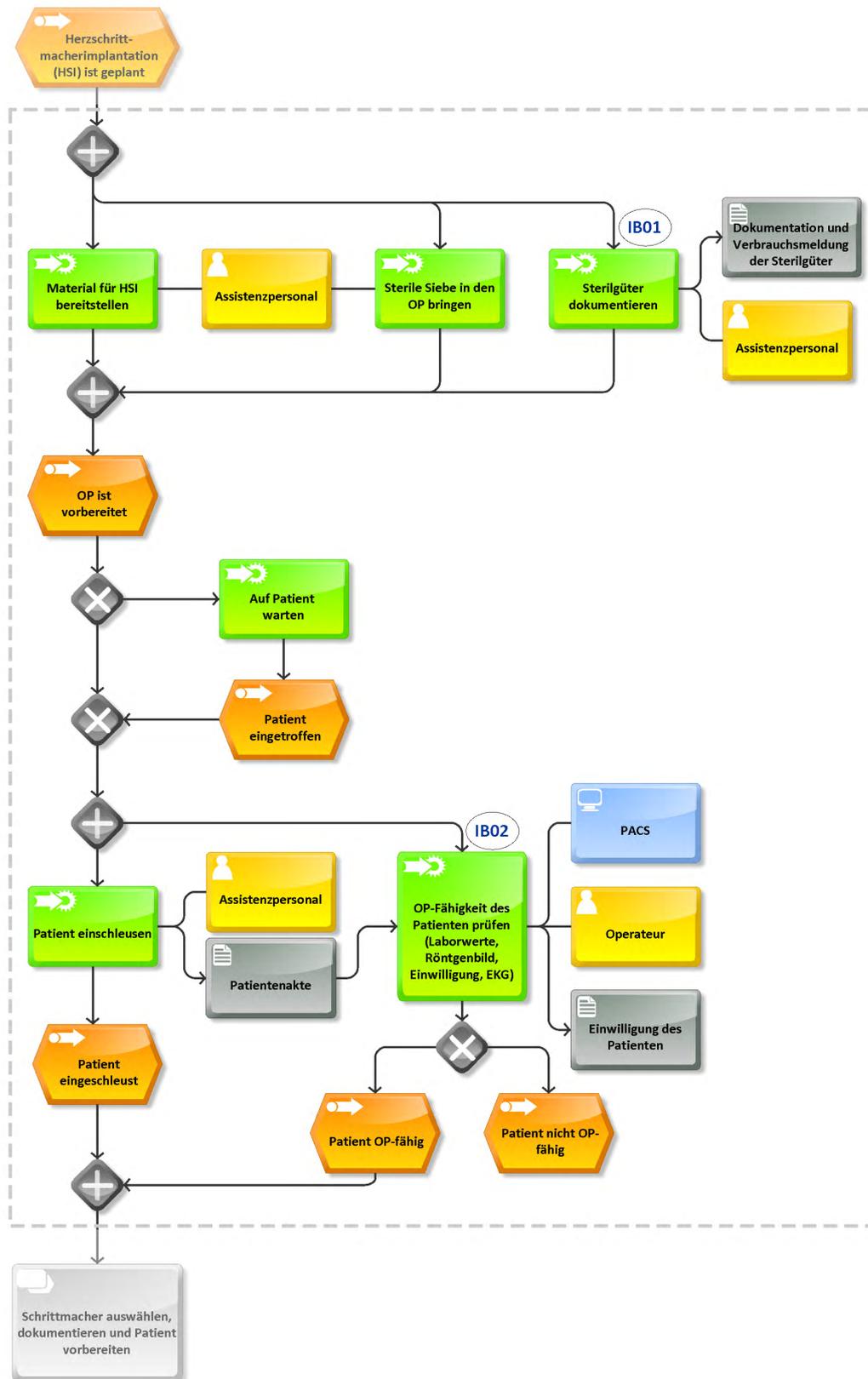


Abbildung 3.11: Schrittmacherimplantation-Subprozess „OP vorbereiten und Patient einschleusen“

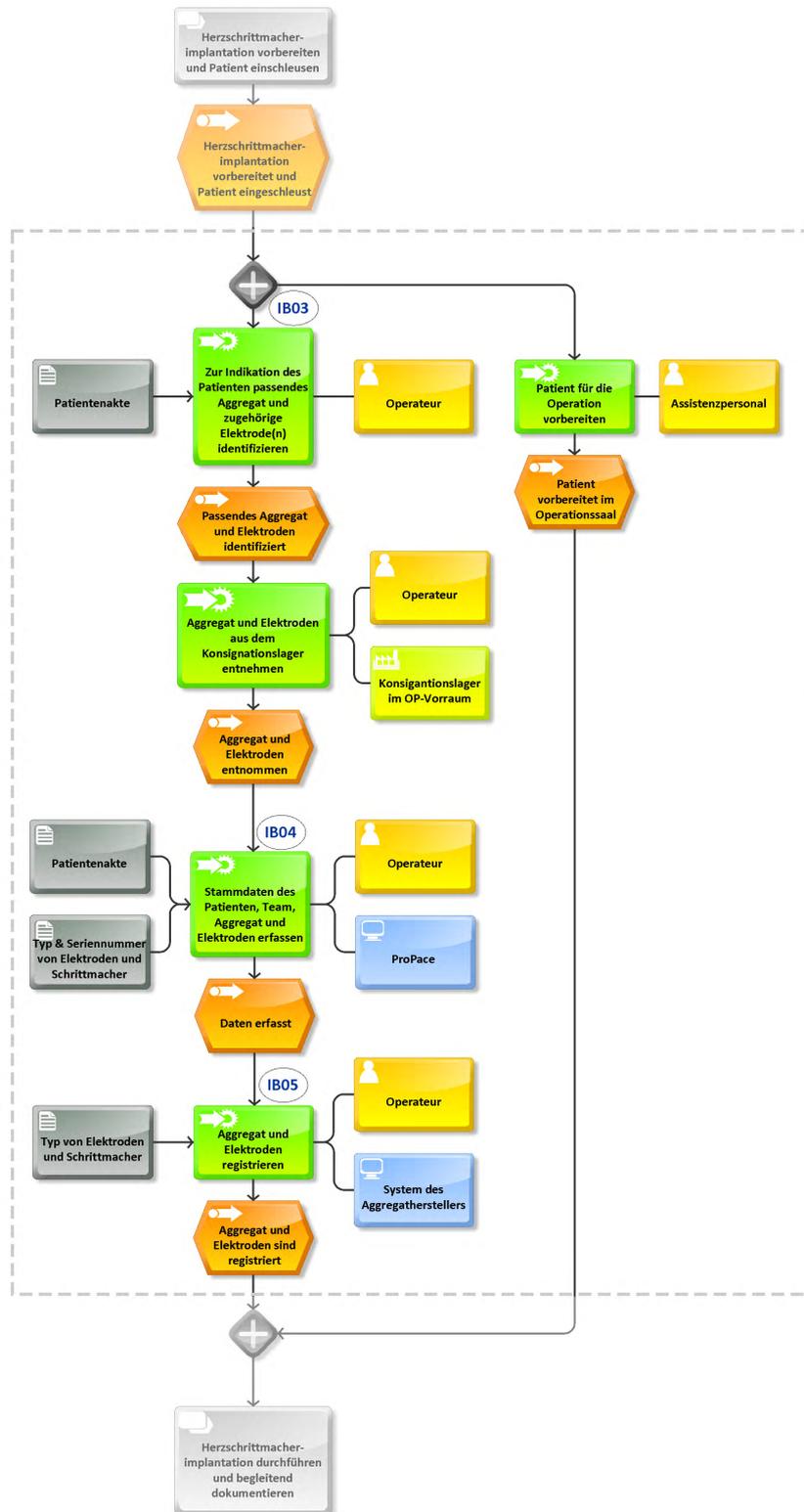


Abbildung 3.12: Schrittmacherimplantation-Subprozess „Schrittmacher auswählen, dokumentieren und Patient vorbereiten“

Sind alle Vorbereitungen abgeschlossen, führt der Operateur, unterstützt durch einen Instrumentaristen und einen Springer, die Implantation des Herzschrittmachers durch (siehe Abbildung 3.13). Anschließend wird der Herzschrittmacher gemäß der gestellten Indikation und zuvor festgelegter Schwellwerte mit dem System des Aggregatherstellers kalibriert, um bei kardiologisch relevanter Symptomatik angemessen intervenieren und das Herz des Patienten in einen regelmäßigen Herzrhythmus zurückbringen zu können. Die Einstellungen des Herzschrittmachers werden außerdem überprüft, indem eine Intervention kontrolliert ausgelöst wird. Operationsbegleitend dokumentiert der Springer die Implantation im OP-Buch und im OP-Journal und erstellt eine Materialmeldung über „normale Verbrauchsgüter“. Im OP-Buch wird eine laufende Nummer für den Eingriff vergeben. Zu dieser werden ein Patientenaufkleber, das Datum des Eingriffs, der Name des Operateurs sowie Aufkleber der implantierten Sonde(n) und des Herzschrittmachers ergänzt. Das OP-Journal wird papierbasiert auf einem Formular ausgefüllt. Es werden verschiedene Bindungszeiten (z. B. Zeitpunkt der Ein- bzw. Ausschleusung des Patienten, Schnitt-Naht-Zeit), die Durchleuchtungszeit, die verabreichte Kontrastmittelmenge, Informationen zur Lagerung des Patienten sowie alle eingesetzten Materialien dokumentiert. Auf der Rückseite werden Aufkleber aller verwendeten Sterilgüter angebracht. Nach erfolgter Programmierung des Herzschrittmachers und OP-begleitender Dokumentation endet die Operation.

Im Anschluss erstellt der Operateur die OP-Dokumentation (siehe Abbildung 3.14). Basierend auf der OP-begleitenden Dokumentation des Springers im OP-Journal und im OP-Buch erstellt der Operateur den OP-Kurzbericht. Anschließend ergänzt der Operateur intraoperativ erhobene Messwerte des implantierten Aggregates im System ProPace. Als Grundlage dafür dient außerdem der zuvor erstellte OP-Kurzbericht. Basierend auf den im System ProPace und den zuvor dokumentierten Daten erstellt der Operateur den OP-Bericht. Danach stellt der Operateur die Nachsorgenaordnung aus (siehe Abbildung 3.15) und erstellt den Herzschrittmacherausweis, bevor die Operation unter Rückgriff auf OP-Journal und OP-Bericht im KIS für das Pacemaker-Register dokumentiert wird. Zum Abschluss erstellt der Operateur basierend auf den Eintragungen im OP-Buch eine Implantationsmeldung mit Informationen zu implantiertem Aggregat und zugehörige(r/n) Elektrode(n), die anschließend gemeinsam mit der durch den Springer erstellten Materialmeldung über „normale Verbrauchsgüter“ per Hauspost an die Finanzbuchhaltung gesendet wird (siehe Abbildung 3.16).

Parallel zur ärztlichen Dokumentation wird der Patient ausgeschleust und für den Rücktransport durch die Stationspflege auf Station vorbereitet (siehe Abbildung 3.17). Neben dem Patienten werden der Stationspflege auch die durch den Operateur erstellten Dokumente OP-Kurzbericht, OP-Bericht, Nachsorgeanordnung und Herzschrittmacherausweis mit der Patientenakte übergeben. Mit abgeschlossener ärztlicher Dokumentation und Übergabe des Patienten an die Stationspflege endet der Prozess der Herzschrittmacherimplantation.

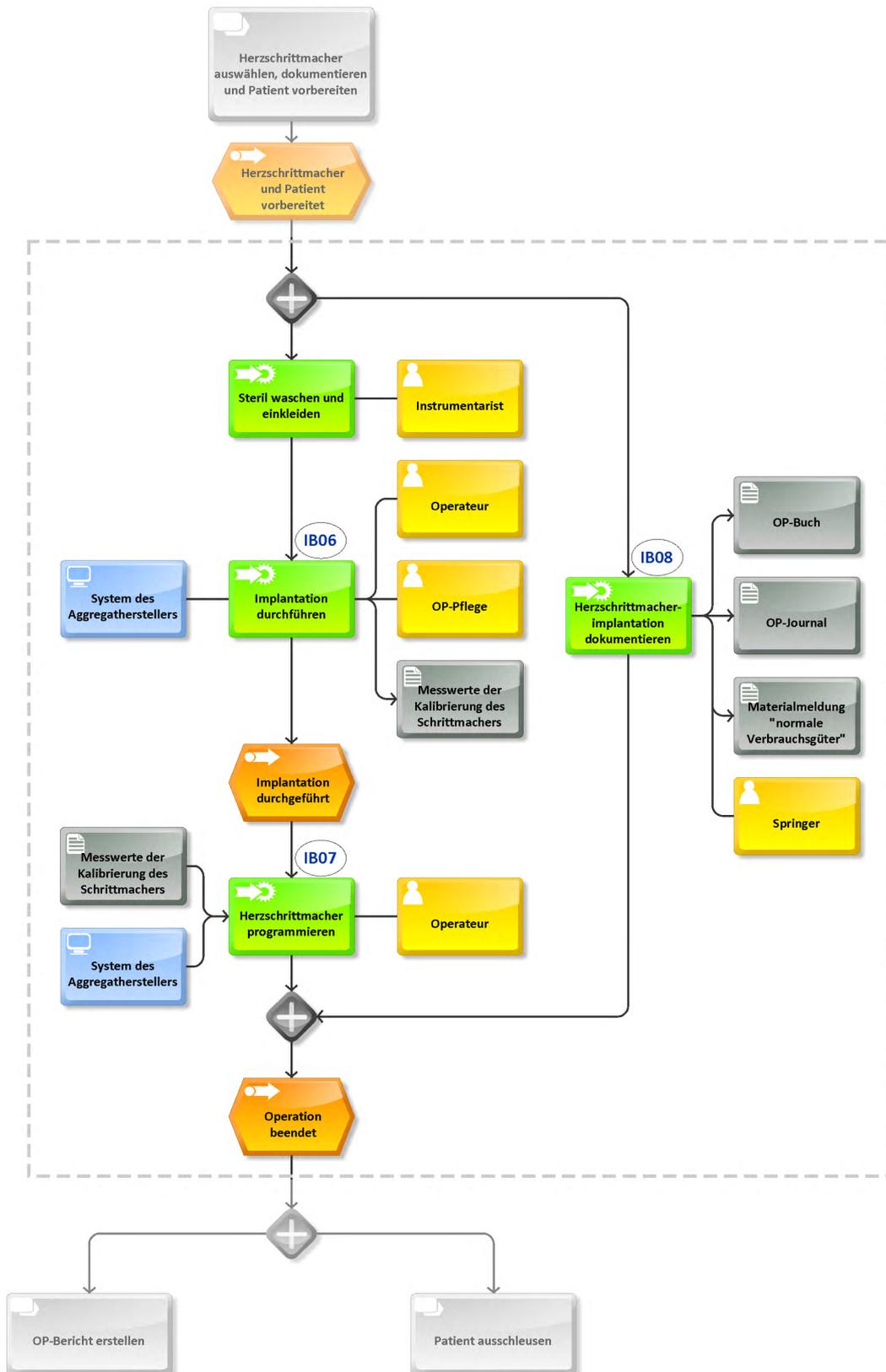


Abbildung 3.13: Schrittmacherimplantation-Subprozess „OP durchführen und begleitend dokumentieren“

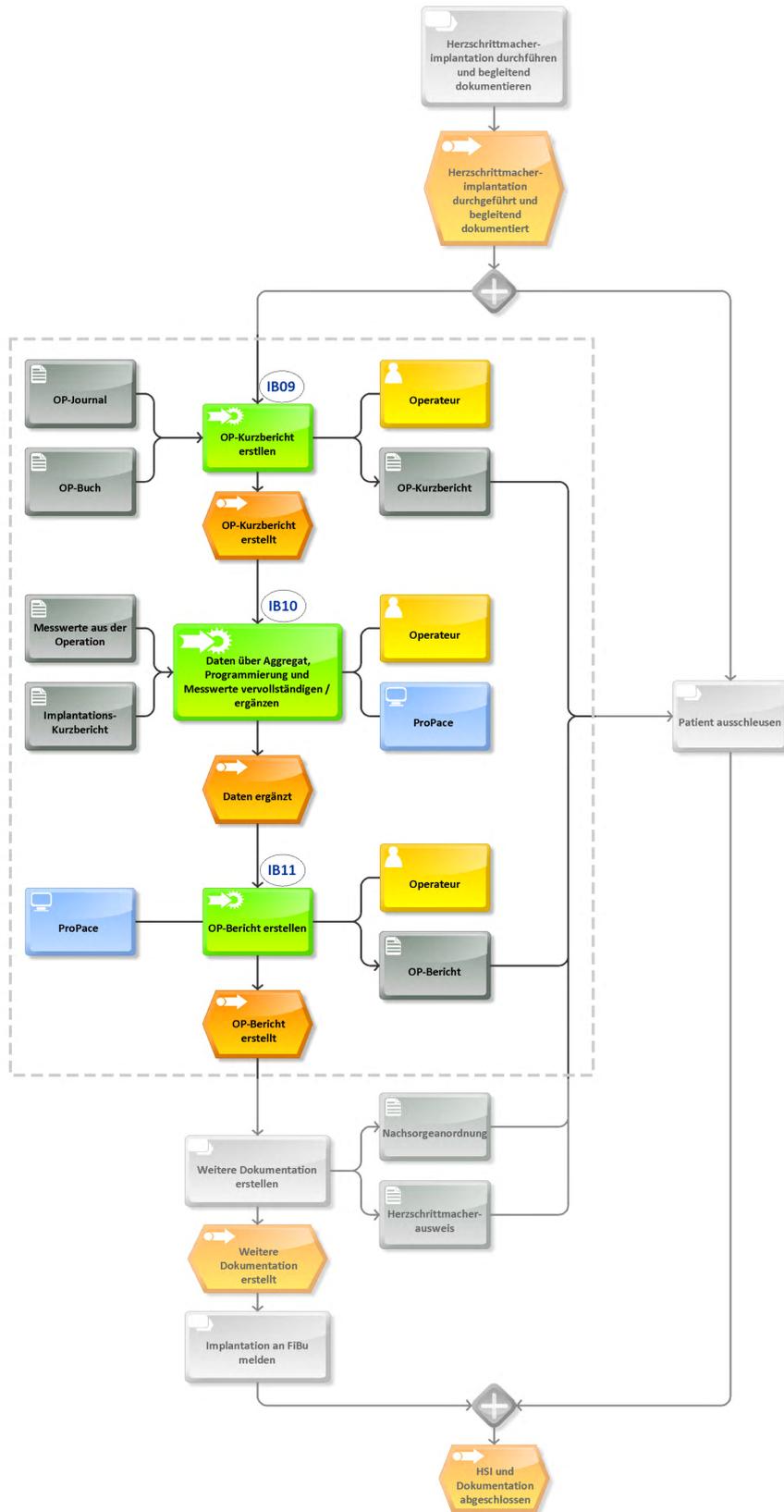


Abbildung 3.14: Schrittmacherimplantation-Subprozess „OP-Bericht erstellen“

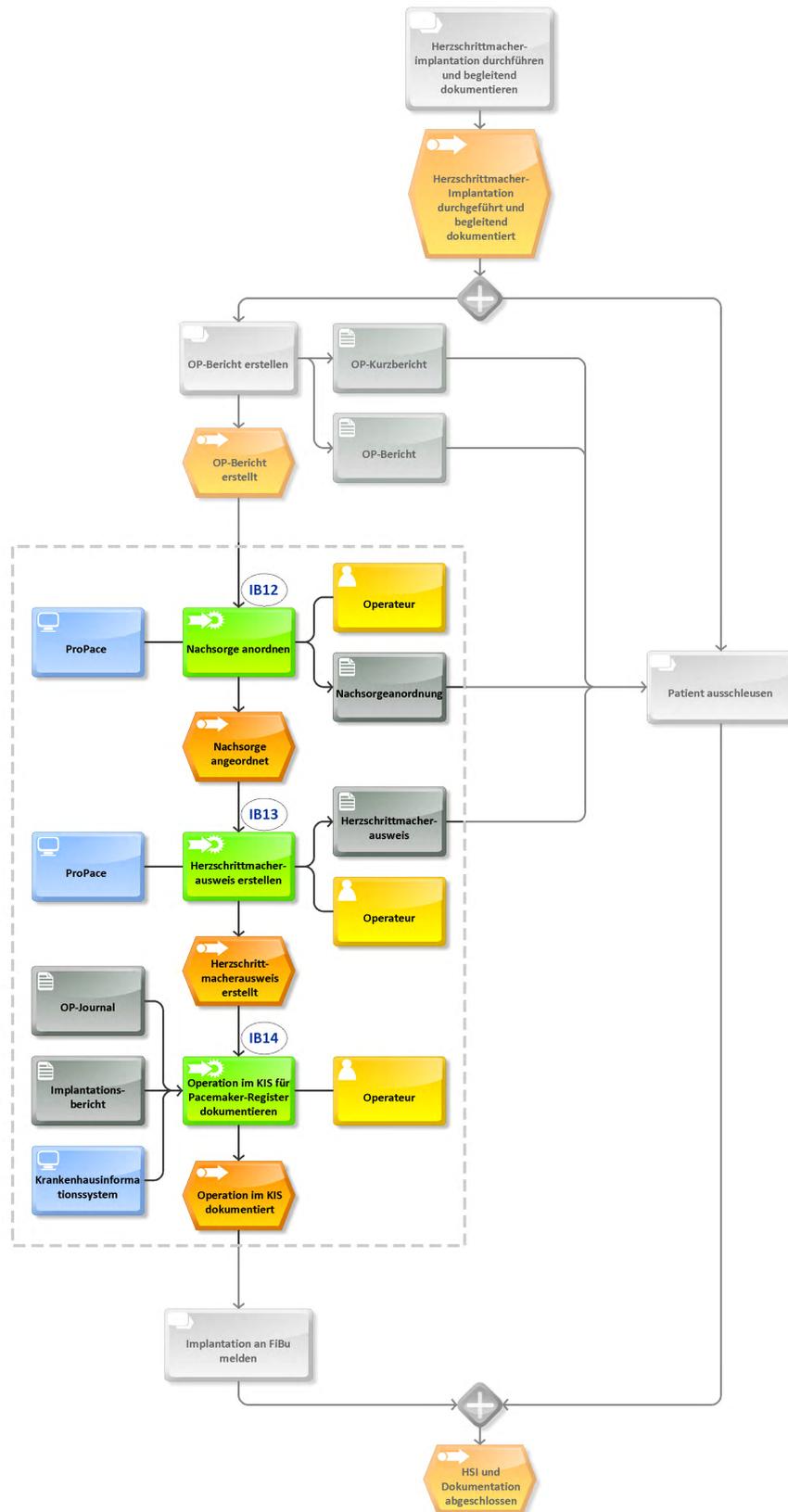


Abbildung 3.15: Schrittmacherimplantation-Subprozess „Weitere Dokumentation erstellen“

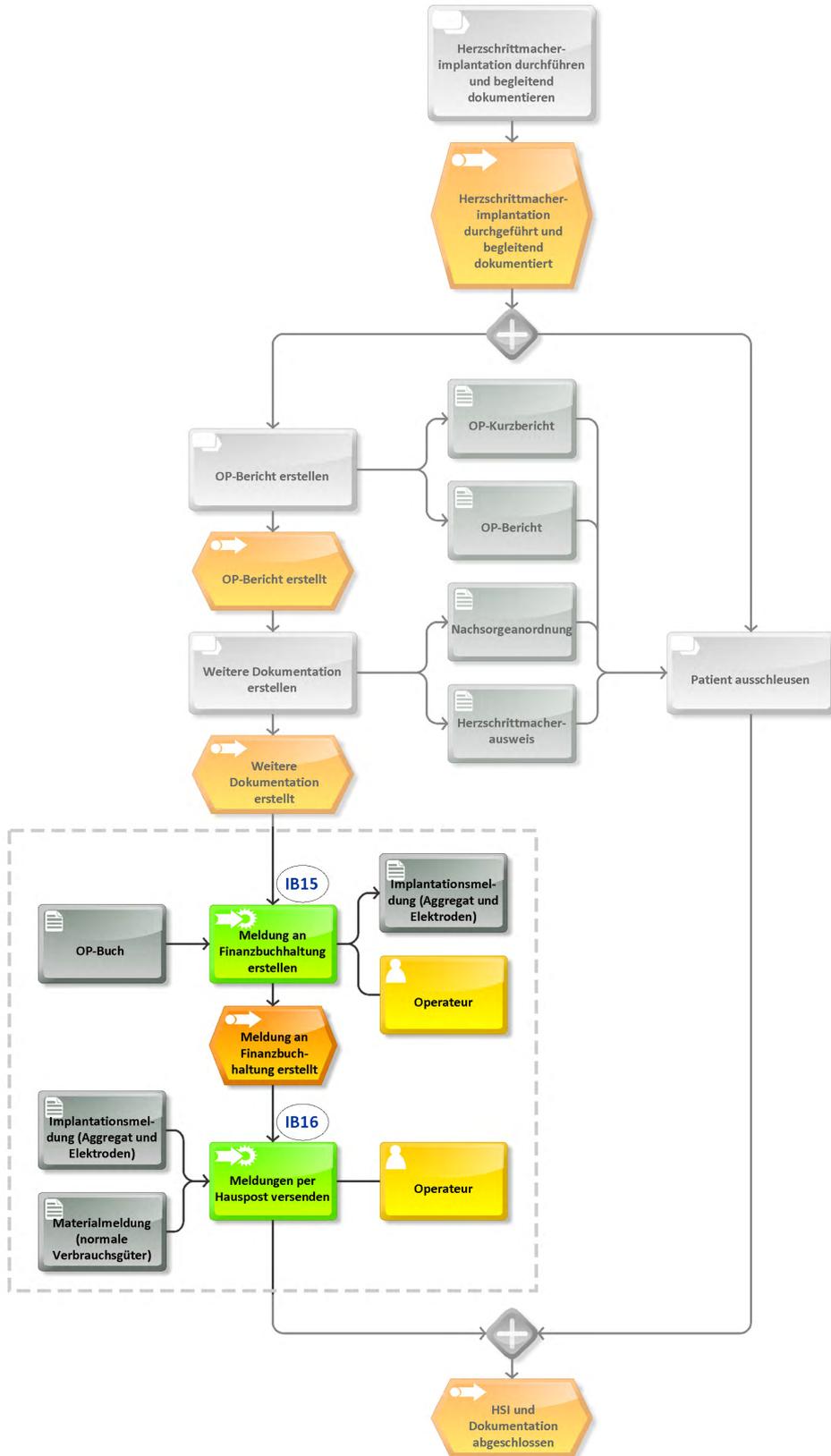


Abbildung 3.16: Schrittmacherimplantation-Subprozess „Implantation an FiBu melden“

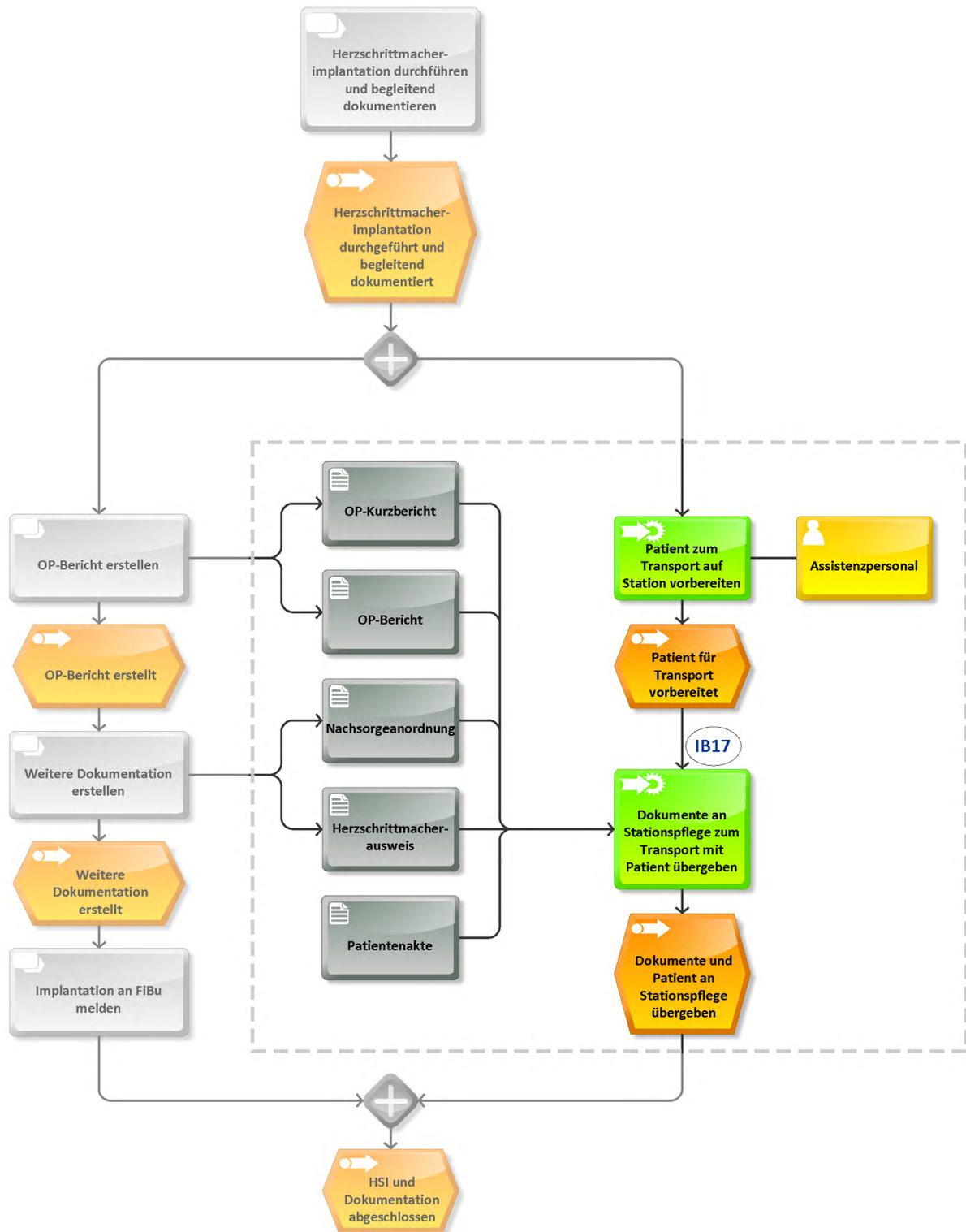


Abbildung 3.17: Schrittmacherimplantation-Subprozess „Patient ausschleusen“

### 3.3.2 Informationsbedarfsanalyse

Tabelle 3.5 zeigt die Ergebnisse der basierend auf der zuvor präsentierten Prozessdokumentation durchgeführten Informationsbedarfsanalyse. Es wird deutlich, dass eine Reihe von bereits zuvor oder im Rahmen der Schrittmacherimplantation erfassten Informationen innerhalb dieser oder im Verlauf des weiteren Krankenhausaufenthaltes, in der ambulanten Weiterversorgung oder im Rahmen eines ggf. notwendigen späteren Krankenhausaufenthaltes wiederverwendet werden können. Vor diesem Hintergrund erlangt eine medienbruchfreie Erfassung und Weiterverarbeitung entsprechender Informationen eine besondere Bedeutung, da sich hierdurch sowohl redundante Tätigkeiten im Rahmen der Informationserfassung/-verarbeitung vermeiden lassen. Darüber hinaus erlauben die identifizierten Informationsbedarfe sowie deren Wiederverwendungsmöglichkeiten die Analyse der Krankenhausinformationssystem-Landschaft mit Blick auf Möglichkeiten zur Förderung der Integration verschiedener Systembestandteile. Dies kann letztlich zu einer Reduktion möglicher Übertragungsfehler führen und somit einen Beitrag zur Steigerung der Informationsverfügbarkeit und -qualität leisten. Entsprechende Potenziale werden in Kapitel 4 aufgezeigt.

Tabelle 3.5: Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Herzschrittmachereimplantation

Nr.	Informationsbedarf	Bedarf durch	Informationsherkunft	Informationswiederverwendung	Wiederverwendung durch
1	Hersteller, Artikelnummer, Chargennummer, Seriennummer, Sterilisationsdatum	nicht-ärztliches Assistenzpersonal	Aufkleber auf Sterilgut	zur Abklärung möglicher Infektionen	Personal, Qualitätsmanagement
2	Laborparameter auf OP-Fähigkeit prüfen, Blutwerte, EKG, Bildgebung, Einwilligung des Patienten	Operateur	Patientenakte, PACS, KIS	-	-
3	Indikation zur Herzschrittmachereimplantation, ggf. vorher ausgewähltes Aggregat	Operateur	Patientenakte, ggf. Entscheidung vorab auf Station getroffen	-	-
4	Stammdaten des Patienten, Hersteller, Typ und Seriennummer des Aggregates und der Sonde(n)	Operateur	Patientenakte, Verpackung des Aggregates bzw. der Sonde(n): Aufdruck oder Aufkleber	medizinische Auswertungen	ärztliches Personal, Qualitätsmanagement
5	Hersteller, Typ und Seriennummer des Aggregates und der Sonde(n)	Operateur	Verpackung des Aggregates bzw. der Sonde(n): Aufdruck oder Aufkleber	OP-Dokumentation, Schrittmacherausweis, ProPace	Operateur
6	Mess-/Schwellwerte des Schrittmachers und der Sonde(n)	Operateur, nicht-ärztliches Assistenzpersonal: OP-Pflege	Konfigurationsgerät des Aggregatherstellers	OP-Dokumentation, Schrittmacherausweis, Programmierung des Schrittmachers, Dokumentation in ProPace	Operateur
7	Mess-/Schwellwerte des Schrittmachers und der Sonde(n)	Operateur	siehe 6	-	-

Tabelle 3.5: Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Herzschrittmachereimplantation – Fortsetzung

Nr.	Informationsbedarf	Bedarf durch	Informationsherkunft	Informationswiederverwendung	Wiederverwendung durch
8	OP-Buch: Stammdaten des Patienten, OP-Indikation, OP-Datum, Operateur, Aggregatinformationen, Sondeninformationen; <i>OP-Journal</i> : Patientenstammdaten, OP-Team, OP-Zeiten, Narkose, Lagerung, Drainagen, Implantate, Siebe, Stückkontrolle; <i>Materialeilmeldung über normale Verbrauchsgüter</i> : Artikelbezeichnung/-nummer, Stückzahl	nicht-ärztliches Assistenzpersonal: OP-Springer	Patientenakte, Verpackung des Aggregats bzw. der Sonde(n), Verpackung bzw. Aufkleber der normalen Verbrauchsgüter	schnelles Auffinden bei Notfällen, Beantwortung externer Anfragen, Backup für IT-Systemausfall, zur Kontrolle der zur Abrechnung dokumentierten Leistungen, Erstellung des OP-Kurzberichtes	Operateur, Assistenzpersonal, Medizincontrolling
9	Patientenstammdaten, OP-Daten und -Zeiten, OP-Team, Informationen zu Aggregat und Elektrode(n)	Operateur	siehe 8	Patientenakte, Weiterbehandlung auf Station	Stationsarzt, Stationspflege
10	Mess-/Schwellwerte des Schrittmachers bzw. der Sonde(n), Einstellungen des Schrittmachers nach Programmierung	Operateur	siehe 5, 6	OP-Dokumentation, Schrittmacherausweis	Operateur, weiterbehandelnder Arzt
11	Alle relevanten OP-Informationen	Operateur	Patientenakte, OP-Journal, OP-Kurzbericht	Weiterbehandlung des Patienten, bei Komplikationen, ggf. bei Rechtsstreit	Stationsarzt, Stationspflege, ggf. Gutachter bzw. Juristen
12	Nachsorgeanordnung	Operateur	-	Weiterbehandlung des Patienten	Stationsarzt, Stationspflege, niedergelassener Kardiologe, ggf. Hausarzt

Tabelle 3.5: Analyse der Informationsbedarfe und -wiederverwendung im Rahmen der Herzschrittmacherimplantation – Fortsetzung

Nr.	Informationsbedarf	Bedarf durch	Informationsherkunft	Informationswiederverwendung	Wiederverwendung durch
13	Patientenstammdaten, Indikation zur Schrittmacherimplantation, Implantationszentrum, Nachsorgezentrum, Schrittmacherdaten, Sondendaten	Operateur	Patientenakte, Verpackung des Aggregates bzw. der Sonde(n), Mess-/Schwellwerte des Schrittmachers bzw. der Sonde(n) (siehe 10)	Weiterbehandlung des Patienten, bei Komplikationen	Stationsarzt, niedergelassener Kardiologe
14	Alle relevanten Informationen	OP-Operateur	siehe 11	Weiterbehandlung des Patienten, bei Komplikationen, Abrechnung, ggf. bei Rechtss-treit	Stationsarzt, Stationspflege, Medizincontrolling
15	Hersteller, Artikelnummer, Seriennummer des Aggregates und der Sonde(n)	Operateur	siehe 5	Nachbestellung und Abrechnung beim Hersteller, Abrechnung des Falles beim Kostenträger	Zentraleinkauf, Medizincontrolling, Buchhaltung
16	Materialmeldungen über normale Verbrauchsgüter und Konsignationsware	Operateur	siehe 8, 15	Nachbestellung und Abrechnung	Zentraleinkauf, Medizincontrolling, Buchhaltung
17	Kurzbericht, Patientente, Schrittmacherausweis, OP-Bericht	Stationspflege	siehe 9, 11, 12, 13	Weiterbehandlung des Patienten, bei Komplikationen, Abrechnung des Falles	Stationsarzt, Stationspflege, niedergelassener Kardiologe, Medizincontrolling

## 3.4 Administrative Prozesse im Kontext von Koronarangiographie, PTCA und Herzschrittmacherimplantation

Nachfolgend werden die infolge der zuvor vorgestellten medizinischen Interventionen *Koronarangiographie* und *Perkutane Transluminale Koronarangioplastie* (Abschnitt 3.2) und *Herzschrittmacherimplantation* (Abschnitt 3.3) durchzuführenden administrativen Prozesse in der Reihenfolge ihres Auftretens vorgestellt.

Zunächst wird die Abrechnung von Koronarangiographie und PTCA (Abschnitt 3.4.1) und das tägliche, nach Abschluss der letzten planmäßigen Intervention durchzuführende, Auffüllen des Lagers im Herzkatheterlabor (Abschnitt 3.4.2) thematisiert. Anschließend wird die wöchentlich durchzuführende Bestellung des Herzkatheterlabors (Abschnitt 3.4.3) sowie deren Bearbeitung im Zentraleinkauf (Abschnitt 3.4.4) vorgestellt. Zum Schluss wird die Bearbeitung der Bestellung von im Rahmen der Herzschrittmacherimplantation eingesetzter Konsignationsware betrachtet (Abschnitt 3.4.5).

### 3.4.1 Abrechnung der Koronarangiographie und PTCA

Abbildung 3.18 zeigt den typischen Ablauf der Abrechnung der Koronarangiographie und PTCA in aggregierter Darstellung. Prozessschnittstellen werden im vorliegenden Diagramm analog zu aggregierten Prozesstypen verwendet, d. h. sie stehen jeweils stellvertretend für ein detaillierteres Kontrollflussdiagramm, weshalb jede Prozessschnittstelle um einen Verweis auf das zugehörige detaillierte Kontrollflussdiagramm ergänzt worden ist.

Die Abrechnung der erbrachten Koronarangiographie und ggf. PTCA erfolgt im Anschluss an deren Dokumentation (siehe Abbildung 3.8). Zunächst werden die erbrachten Maßnahmen kodiert (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.19) und die existierende Dokumentation vervollständigt (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.20). Nachdem die Kodierqualität der Dokumentation sichergestellt worden ist, wird der Fall zur Abrechnung freigegeben (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.21).

Zu Beginn der Abrechnung der erbrachten Leistungen ruft das Assistenzpersonal des Herzkatheterlabors die Patientenstammdaten im SAP ERP System auf – oder legt sie, falls die Stammdaten dort noch nicht erfasst sind, an (Abbildung 3.18). Bei Bedarf können die Patientenstammdaten dem Post-It der Dokumentations-CD entnommen werden. Anschließend werden die erbrachten Leistungen gemäß der zugrundeliegenden DRG kodiert. Sofern im Anschluss an die Koronarangiographie auch eine PTCA durchgeführt worden ist, werden verwendete(r) Stent(s) und ggf. Ballon(s) mit den jeweiligen Abrechnungsziffern kodiert. Die

Abrechnungsziffern ergeben sich sowohl aus Charakteristika der jeweils verwendeten Medizinprodukte als auch ihrer medizinischen Anwendung: Es werden Stents und Ballons mit bzw. ohne Medikamentenbeschichtung unterschieden. Darüber hinaus sind die Anzahl der intervenierten Koronargefäße sowie die Anzahl der jeweils verwendeten Medizinprodukte abrechnungsrelevant.

Anschließend wird die Dokumentation vervollständigt und archiviert (Abbildung 3.20). Hierzu wird die bisher mit einem Post-It beschriftete CD mit einem geeigneten Farbdrucker mit den Patientenstamm- und Interventionsdaten bedruckt und anschließend zusammen mit der papierbasierten medizinischen Dokumentation durch das Assistenzpersonal archiviert.

Bevor der Fall abschließend zur Abrechnung freigegeben werden kann, wird die Kodierqualität unter Rückgriff auf die Dokumentation im HKL-Buch durch einen Medizincontroller überprüft (Abbildung 3.21). Sofern alle erbrachten Leistungen korrekt kodiert worden sind, füllt der Medizincontroller einen Qualitätsbogen aus, leitet diesen an die Abteilung Qualitätsmanagement zur weiteren Auswertung (z. B. jährliche Qualitätsberichte) weiter und gibt den Fall zur Abrechnung frei. Identifiziert der Medizincontroller jedoch Fehler in der Kodierung der erbrachten Leistungen, informiert er das Assistenzpersonal darüber, dass die Kodierung entsprechend korrigiert. Nach Abschluss der Korrektur findet eine erneute Überprüfung durch den Medizincontroller statt.

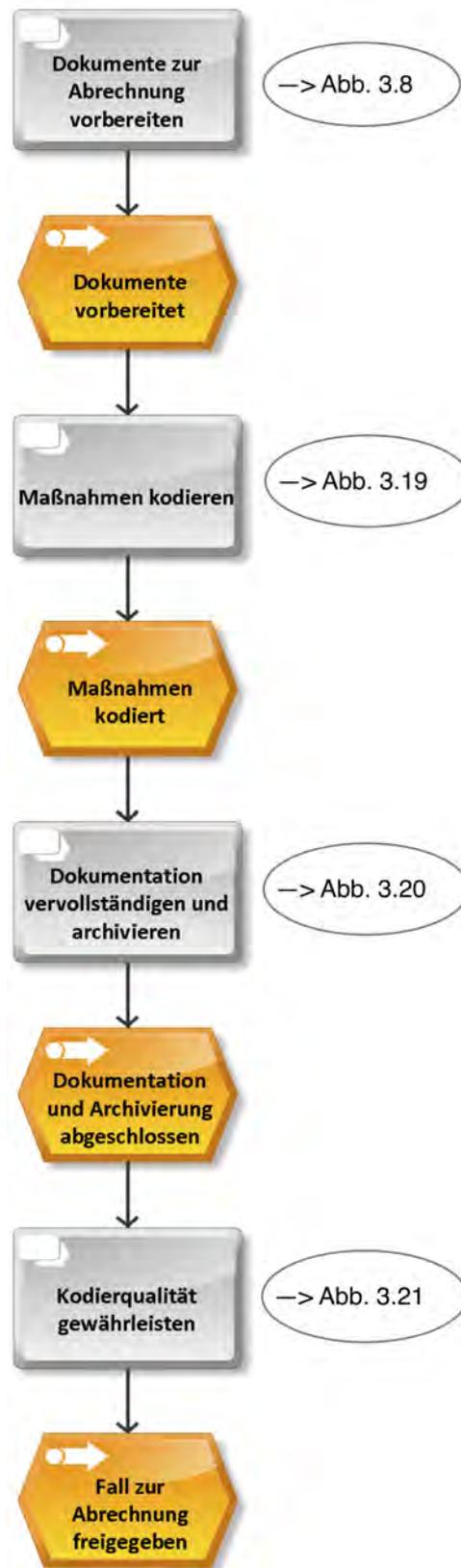


Abbildung 3.18: Aggregierter Gesamtprozess „Abrechnung“

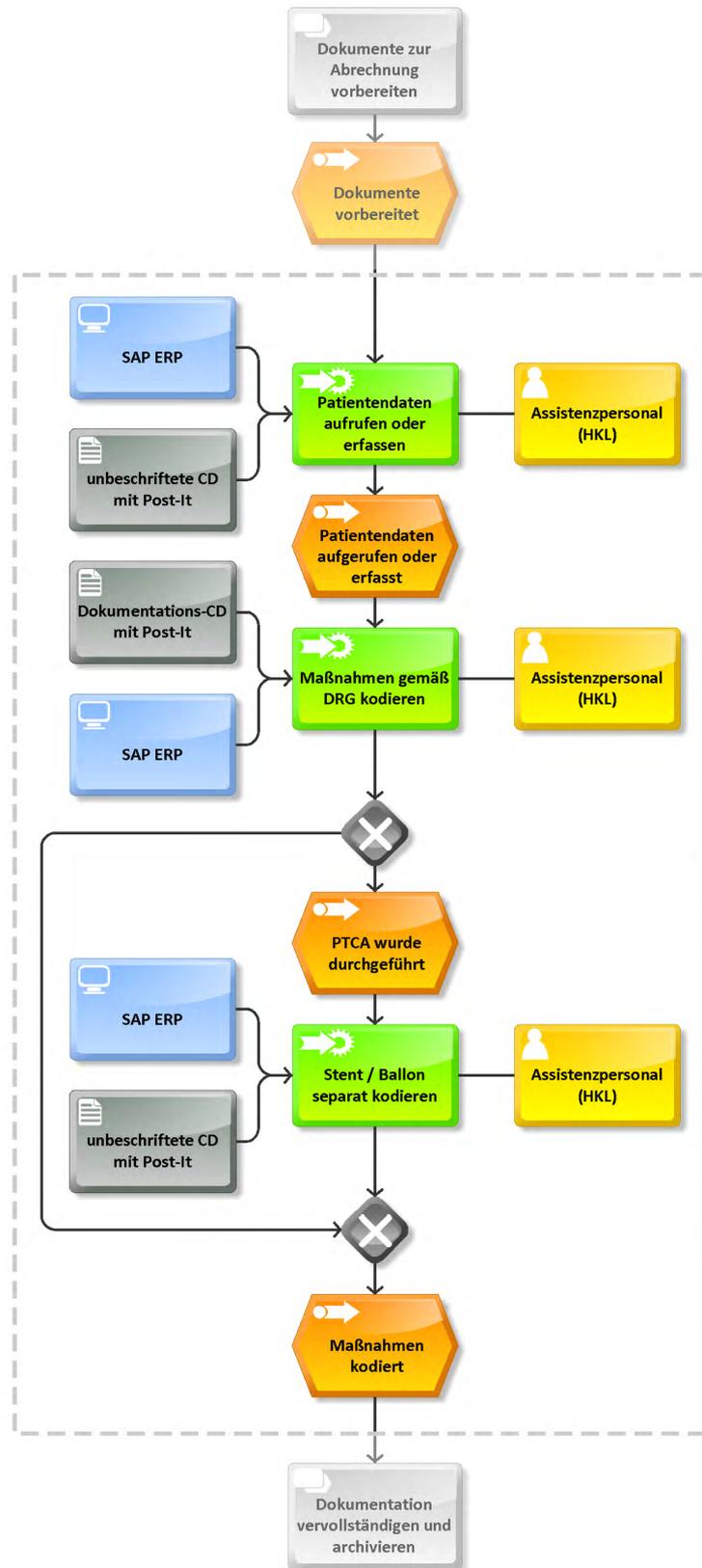


Abbildung 3.19: Abrechnung: Subprozess „Maßnahmen kodieren“

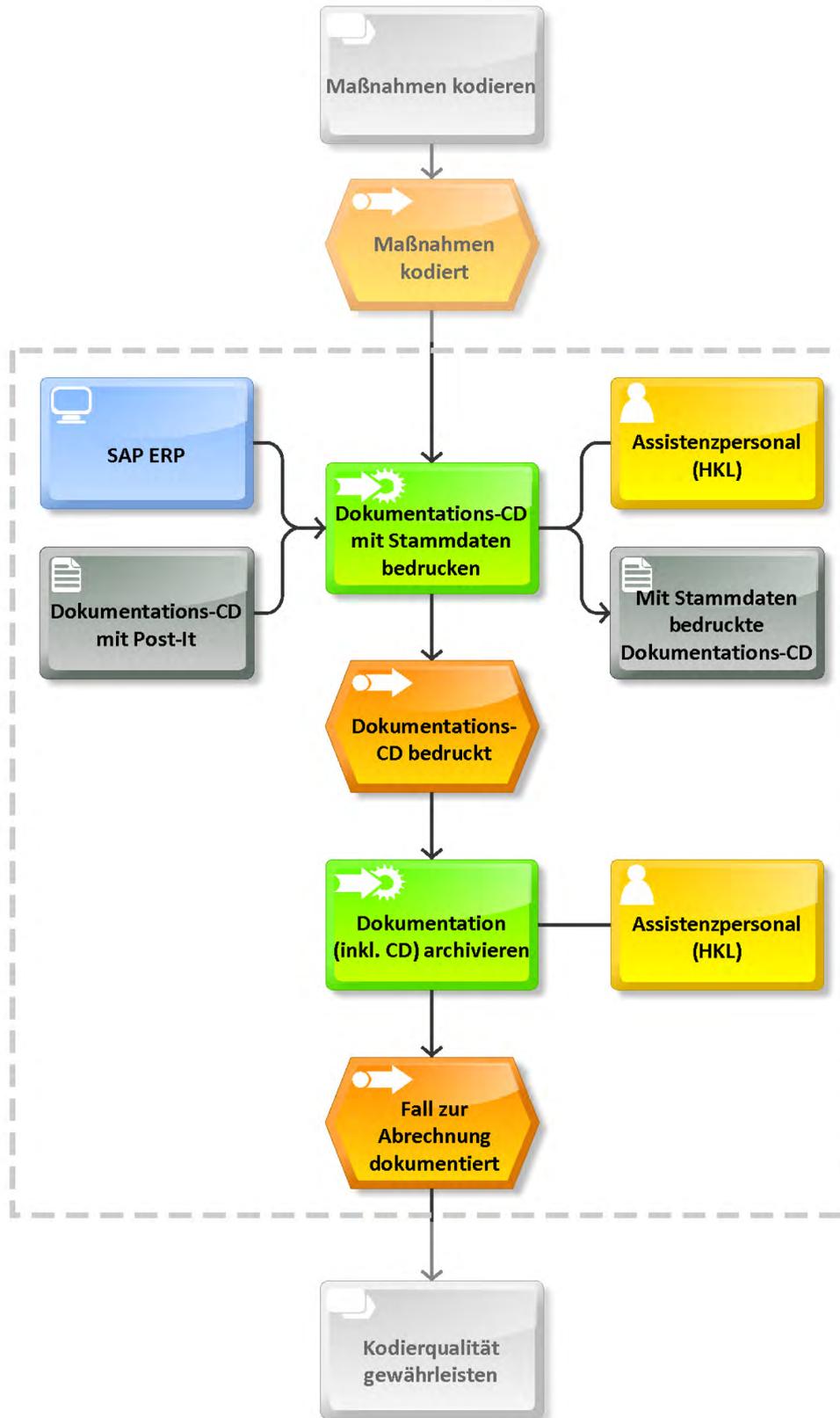


Abbildung 3.20: Abrechnung: Subprozess „Dokumentation vervollständigen und archivieren“

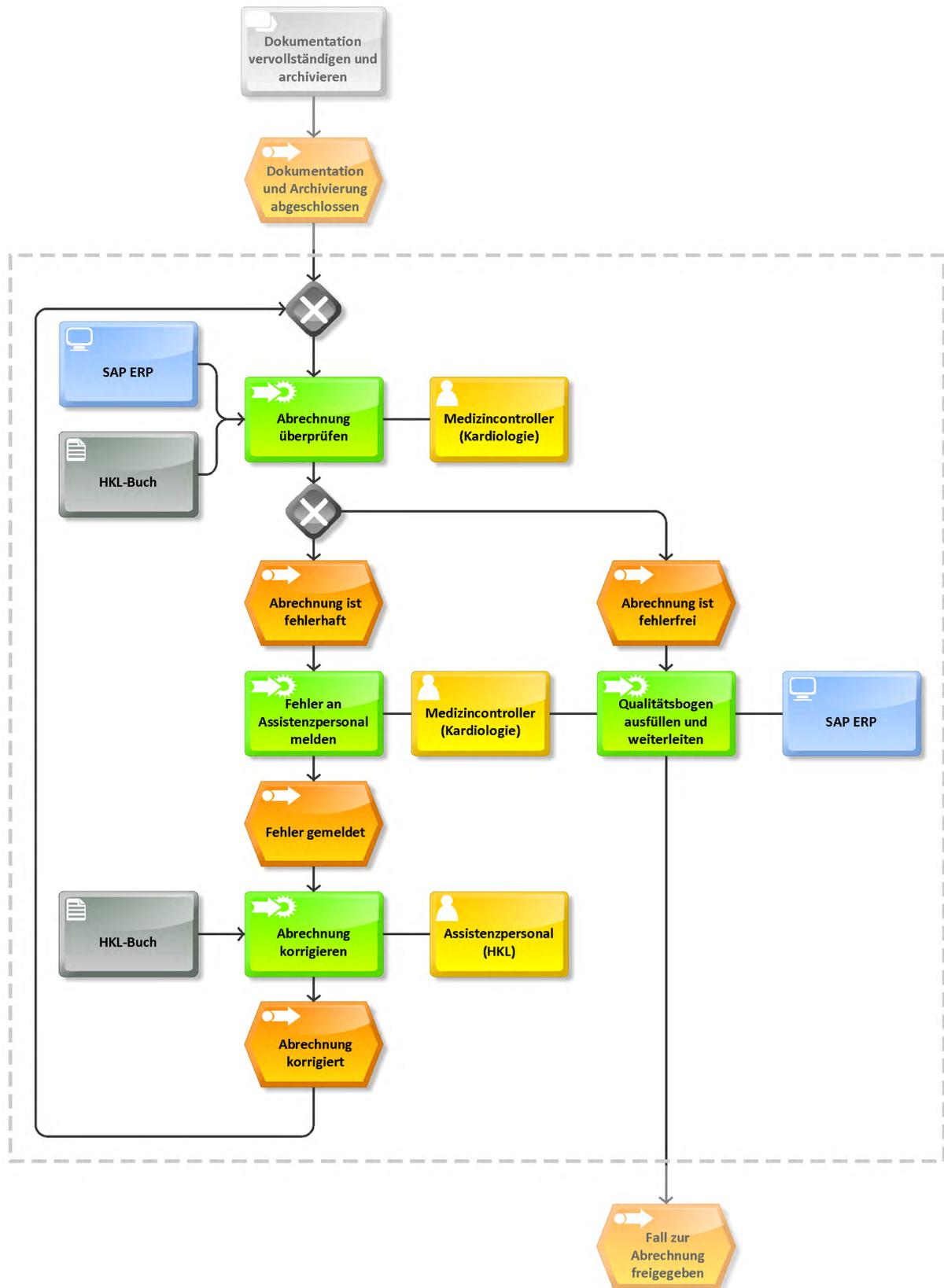


Abbildung 3.21: Abrechnung: Subprozess „Kodierungsqualität gewährleisten“

### 3.4.2 Tägliches Auffüllen des HKL-Lagers

Abbildung 3.22 zeigt den typischen Ablauf des täglichen Auffüllens des HKL-Lagers nach Abschluss der letzten geplanten Herzkatheterintervention des Tages. Das nicht-ärztliche Assistenzpersonal prüft die Bestände aller Lagerflächen des HKLs und notiert etwaige Nachfüllbedarfe auf einer Bedarfsliste, auf deren Basis die identifizierten Verbrauchsgüter aus dem Pufferlager des HKLs entnommen werden, um anschließend die Lagerflächen des HKLs nachzufüllen, um die Verfügbarkeit aller benötigten Verbrauchsmaterialien für die bevorstehende Bereitschaftsphase des HKLs sowie für den nächsten regulären Arbeitstag sicherzustellen.

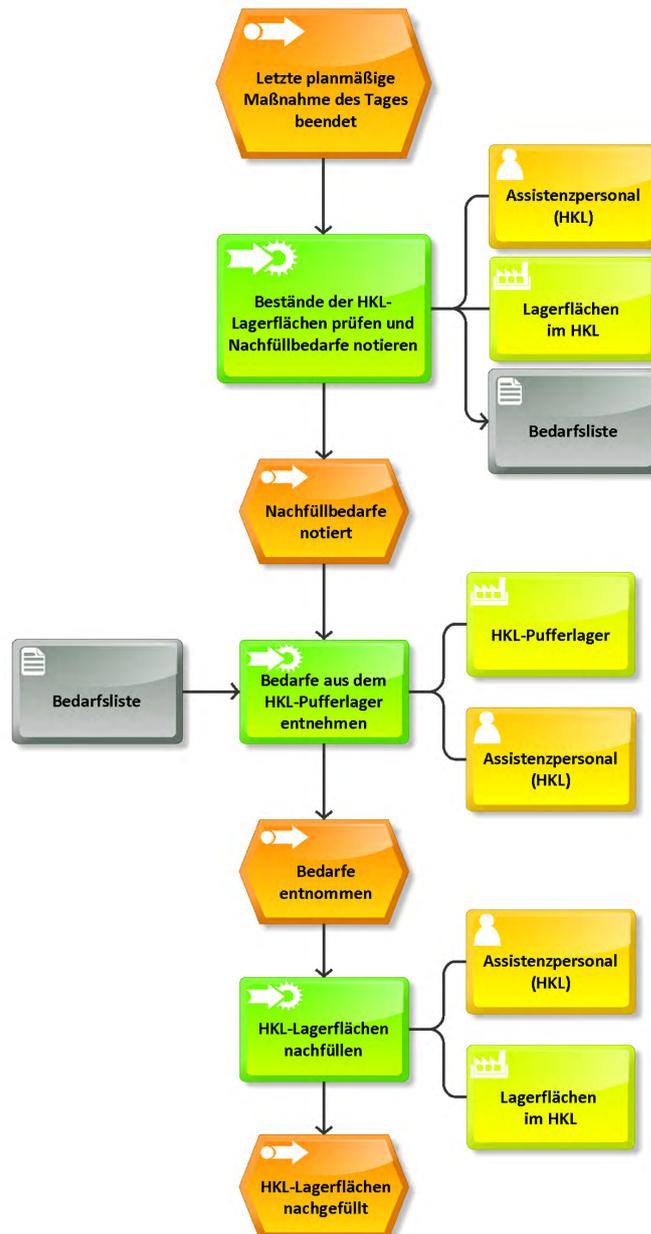


Abbildung 3.22: „HKL-Lager auffüllen“

#### 3.4.3 Wöchentliche Bestellung des Herzkatheterlabors

Abbildung 3.23 zeigt den typischen Ablauf der wöchentlichen Bestellung des Herzkatheterlabors. Bei Fälligkeit der wöchentlichen Bestandskontrolle im Pufferlager des Herzkatheterlabors prüft die pflegerische Leitung des HKLs alle Bestände des Pufferlagers anhand einer Liste mit Mindestbeständen. Alle identifizierten Bestellbedarfe werden auf einer separaten Liste notiert und bilden die Grundlage der aufzugebenden Bestellungen. Die Bestellung der identifizierten Bedarfe erfolgt durch ein Mitglied des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals unter Verwendung der zuvor erstellten Bestellliste sowie einer elektronischen Bestellplattform (E-Shop). Standardbestellungen, d. h. Bestellungen von in der Vergangenheit bereits regelmäßig bestellten Ge- bzw. Verbrauchsgütern, werden über eine sogenannte Hitliste aufgegeben. Anschließend prüft das Mitglied des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals, ob darüber hinaus weitere, nicht über die Hitliste bestellbare, Ge- bzw. Verbrauchsgüter bestellt werden müssen. Ist dies der Fall, muss über den E-Shop eine Sonderbestellung per Freitext aufgegeben werden. Nach Eingabe aller Bestellbedarfe überprüft das Mitglied des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals den Warenkorb des E-Shops anhand der Liste mit Bestellbedarfen auf Vollständigkeit. Fehlen im Warenkorb noch Bestellpositionen, so werden diese gemäß dem zuvor geschilderten Vorgehen ergänzt. Anschließend wird der Inhalt des Warenkorbs als Bestellung an den Zentraleinkauf übermittelt und ausgedruckt, um ihn in einem Ordner zur späteren Nachverfolgung und Dokumentation abzuheften. Nachdem die Bestellung im Zentraleinkauf geprüft und eine Bestellbestätigung an das HKL gefaxt worden ist (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.24), heftet ein Mitglied des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals die Bestellbestätigung im selben Ordner wie den bestellten Warenkorb zu Dokumentationszwecken ab und beendet damit den Bestellvorgang seitens des Herzkatheterlabors.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup>Prozesse mit Bezug zu Wareneingang und krankenhauser Logistk sind nicht betrachtet worden.

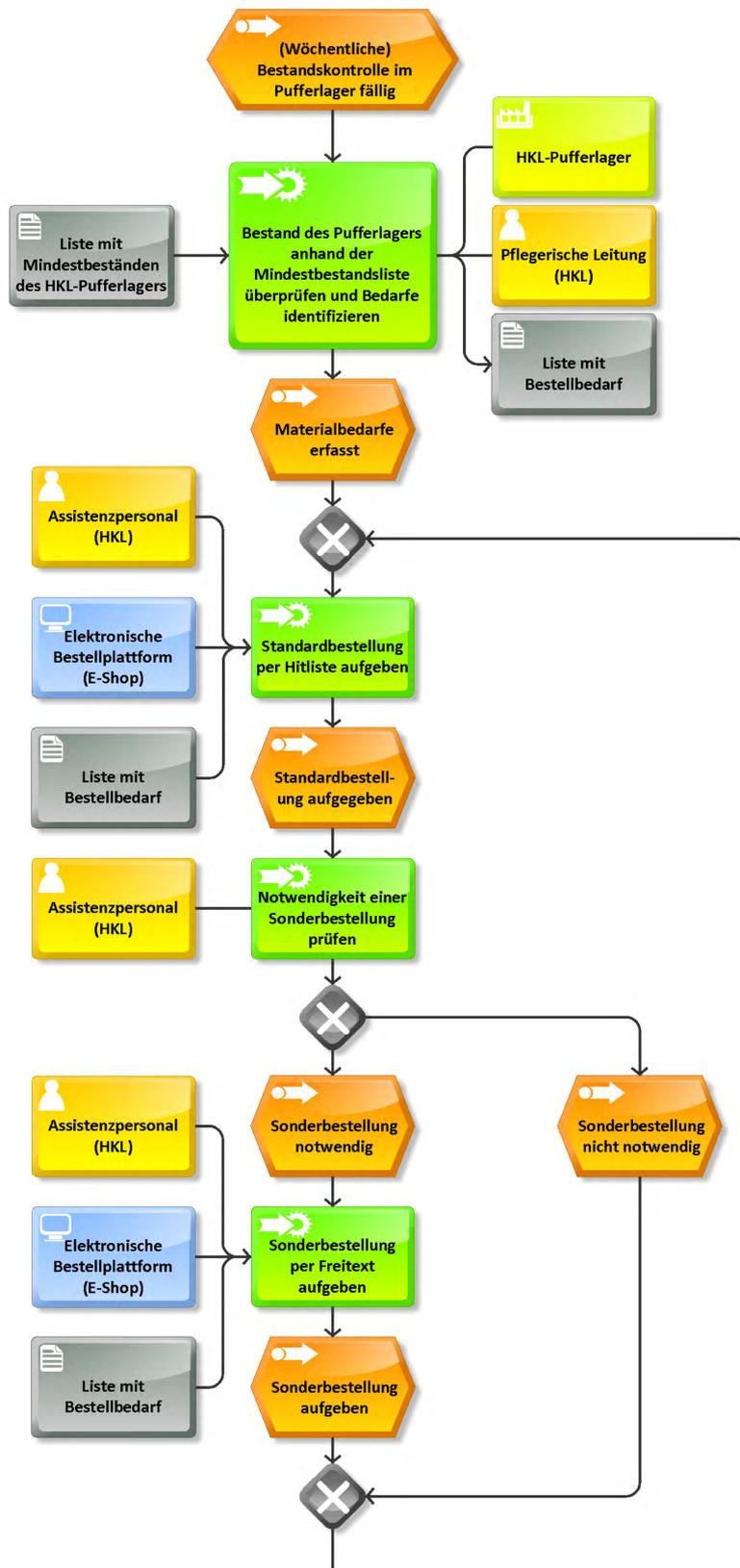


Abbildung 3.23: „Wöchentliche Bestellung“ (Teil 1)

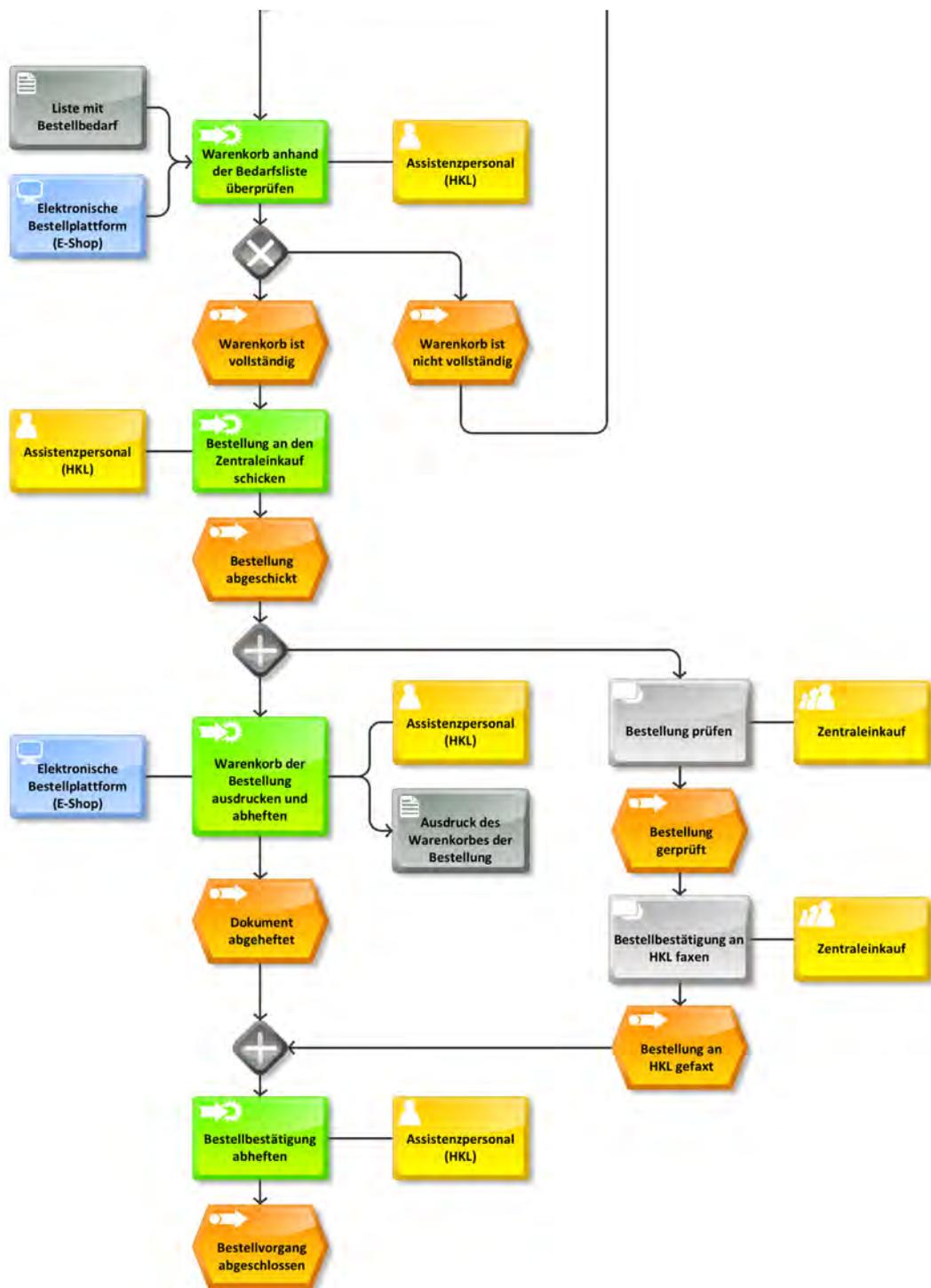


Abbildung 3.23: „Wöchentliche Bestellung“ (Teil 2)

### 3.4.4 Bearbeitung der HKL-Bestellung im Zentraleinkauf

Abbildung 3.24 zeigt den typischen Ablauf der Bearbeitung von Bestellungen des Herzkatheterlabors durch den Zentraleinkauf. Ein Mitarbeiter des Zentraleinkaufs prüft die Bestellung des HKLs unter Verwendung des mit SAP verknüpften E-Shop-Systems. Standardbestellungen werden hinsichtlich der Plausibilität der gewünschten Bestellmenge überprüft. Sonderbestellungen werden hinsichtlich in der Hitliste verfügbarer äquivalenter Artikel überprüft. Sofern die aufgegebene Bestellung nicht plausibel oder fehlerhaft ist, wird das HKL darüber informiert und die Bestellung, sofern möglich, umgehend korrigiert, um den Bestellvorgang schnellstmöglich weiterbearbeiten zu können. Wird die eingegangene Bestellung „in Ordnung“ geprüft, wird sie über das E-Shop-System automatisiert bei einem oder mehreren Lieferanten aufgegeben. Danach wird eine Bestellbestätigung für das HKL erstellt, ausgedruckt und anschließend an das HKL gefaxt. Dort wird die Bestellbestätigung (siehe Abbildung 3.23) ebenso wie im Zentraleinkauf abgeheftet. Damit endet der Bestellvorgang auch im Zentraleinkauf.

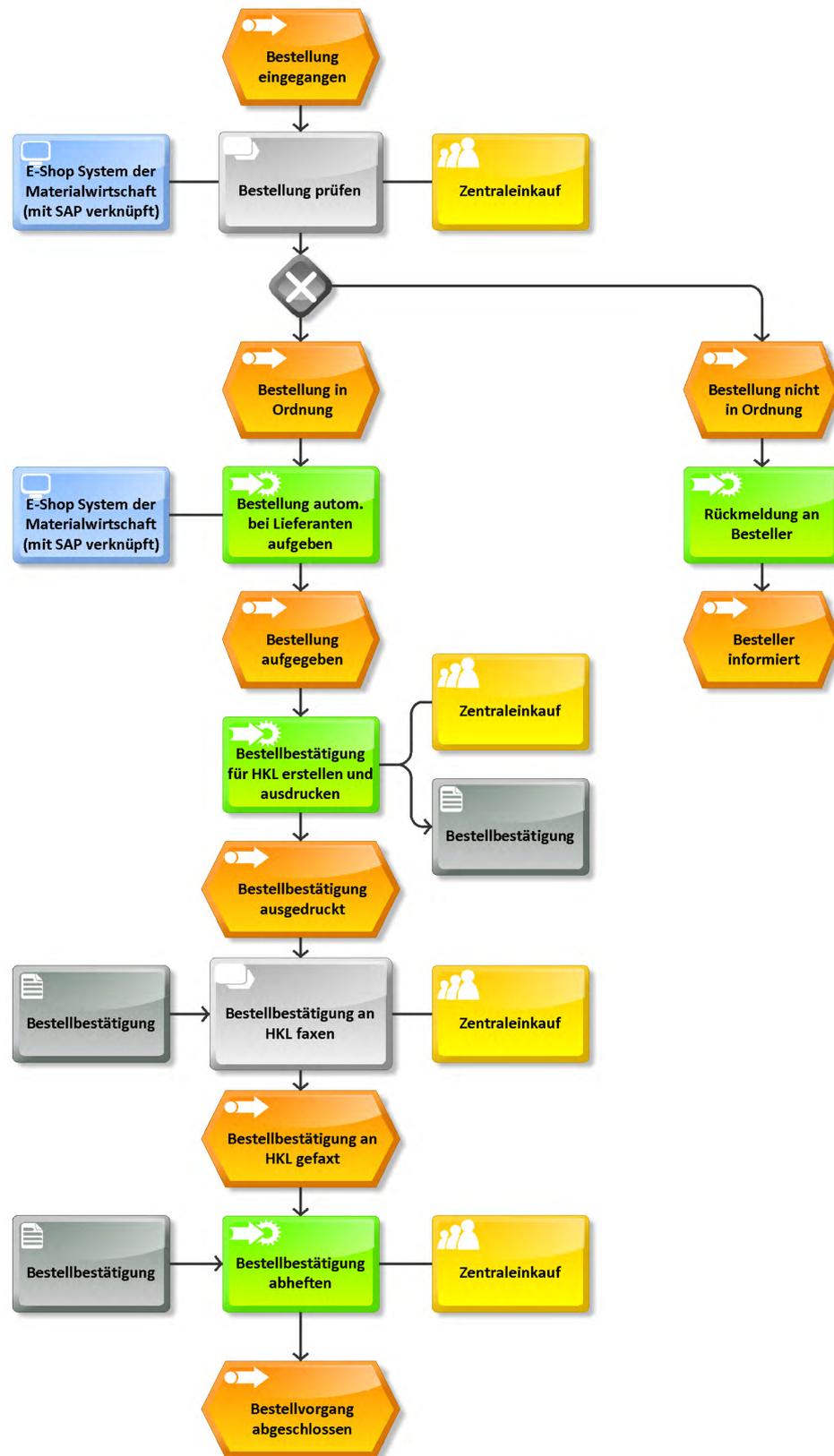


Abbildung 3.24: „Bestellvorgang“

### 3.4.5 Bestellung von Konsignationsware nach Herzschrittmacherimplantation

#### Allgemeine Beschreibung

Abbildung 3.25 zeigt den typischen Ablauf der Bearbeitung von Konsignationsbestellungen<sup>9</sup> in aggregierter Darstellung. Prozessschnittstellen werden im vorliegenden Diagramm analog zu aggregierten Prozesstypen verwendet, d. h. sie stehen jeweils stellvertretend für ein detaillierteres Kontrollflussdiagramm, weshalb jede Prozessschnittstelle um einen Verweis auf das zugehörige detaillierte zeigende Abbildung ergänzt worden ist.

Nachdem der Operateur die Implantationsmeldung erstellt und per Hauspost an die Finanzbuchhaltung gesendet hat (siehe Abbildung 3.16), aktualisiert die Finanzbuchhaltung nach Eingang der Implantationsmeldung die Bestandsliste der Herzschrittmacher und erstellt einen Auftrag an den Lieferanten des Herzschrittmachers (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.26). Sobald die durch den Lieferanten gestellte Rechnung für den implantierten Herzschrittmacher postalisch bei Contilia eingeht, wird sie digitalisiert und an die Finanzbuchhaltung weitergeleitet (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.27) und dort geprüft (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.28). Sofern die Rechnungsprüfung keine Beanstandung ergibt, wird die Rechnung gebucht und die Implantationsmeldung archiviert (für das zugehörige Kontrollflussdiagramm siehe Abbildung 3.29). Damit ist die Abwicklung der Konsignationswarenbestellung abgeschlossen.

#### Detaillierte Beschreibung

Abbildung 3.26 zeigt den Ausschnitt der Auftragserstellung im Rahmen der Konsignationswarenbestellung für einen Herzschrittmacher. Nachdem die Implantationsmeldung in der Finanzbuchhaltung eingetroffen ist, trägt ein Mitarbeiter der Finanzbuchhaltung die Seriennummer des implantierten Herzschrittmachers aus der in Microsoft Excel verwalteten Bestandsliste der als Konsignationsware vorgehaltenen Implantate aus und faxt die Implantationsmeldung anschließend an den Zentraleinkauf. Dort wird über das SAP-Modul Materials Management (MM, deutsch: Materialwirtschaft) ein entsprechender Auftrag für Konsignationsware angelegt. Anschließend wird dieser per E-Mail an den Lieferanten übermittelt und die Auftragsnummer der Finanzbuchhaltung per Fax mitgeteilt.

Sobald die Rechnung des Lieferanten postalisch bei Contilia eingeht, wird diese von einem Mitarbeiter des Scan-Büros digitalisiert, archiviert und per E-Mail an die Finanzbuchhaltung weitergeleitet (siehe Abbildung 3.27). Dort wird die digitalisierte Rechnung anhand des in SAP MM angelegten Auftrags geprüft (siehe Abbildung 3.28). Sofern Unstimmigkeiten identifiziert

---

<sup>9</sup>Man spricht von Konsignationsware, wenn sich die Ware „bereits im Besitz des Kunden, aber noch im Eigentum des Lieferanten befindet.“ (Bichler, Krohn und Philippi 2011, S. 99). Daraus resultiert auch, dass eine Bezahlung der Ware, hier der Herzschrittmacher, erst nach ihrem Verbrauch erfolgt. Der Einsatz von Konsignationsware kombiniert damit aus Kundensicht die Vorteile sofortiger Verfügbarkeit der Ware bei ausbleibender Kapitalbindung. Für eine weitere Betrachtung siehe z.B. auch Wannewetsch (2010, S. 327 ff.).

wurden, bemühen sich Mitarbeiter der Finanzbuchhaltung und des Zentraleinkaufs um eine Klärung per E-Mail. In der Folge kann es notwendig werden, dass der Lieferant eine neue Rechnung ausstellt. In diesem Fall wird auf den postalischen Eingang der neuen Rechnung gewartet und nach deren Eingang die zuvor beschriebenen Schritte erneut ausgeführt. Können die Unstimmigkeiten geklärt und keine weiteren Beanstandungen festgestellt werden, kann die Rechnung gebucht und die Implantationsmeldung archiviert werden (siehe Abbildung 3.29). Dies geschieht auch, wenn die Rechnung initial "in Ordnung" geprüft worden ist. Im Anschluss an die Buchung der Rechnung werden ihr Belegwert und Bruttowert auf der Implantationsmeldung ergänzt. Diese wird anschließend in einem Ordner abgeheftet und archiviert. Damit endet der Prozess der Konsignationswarenbestellung im Kontext der Herzschrittmacherimplantation.

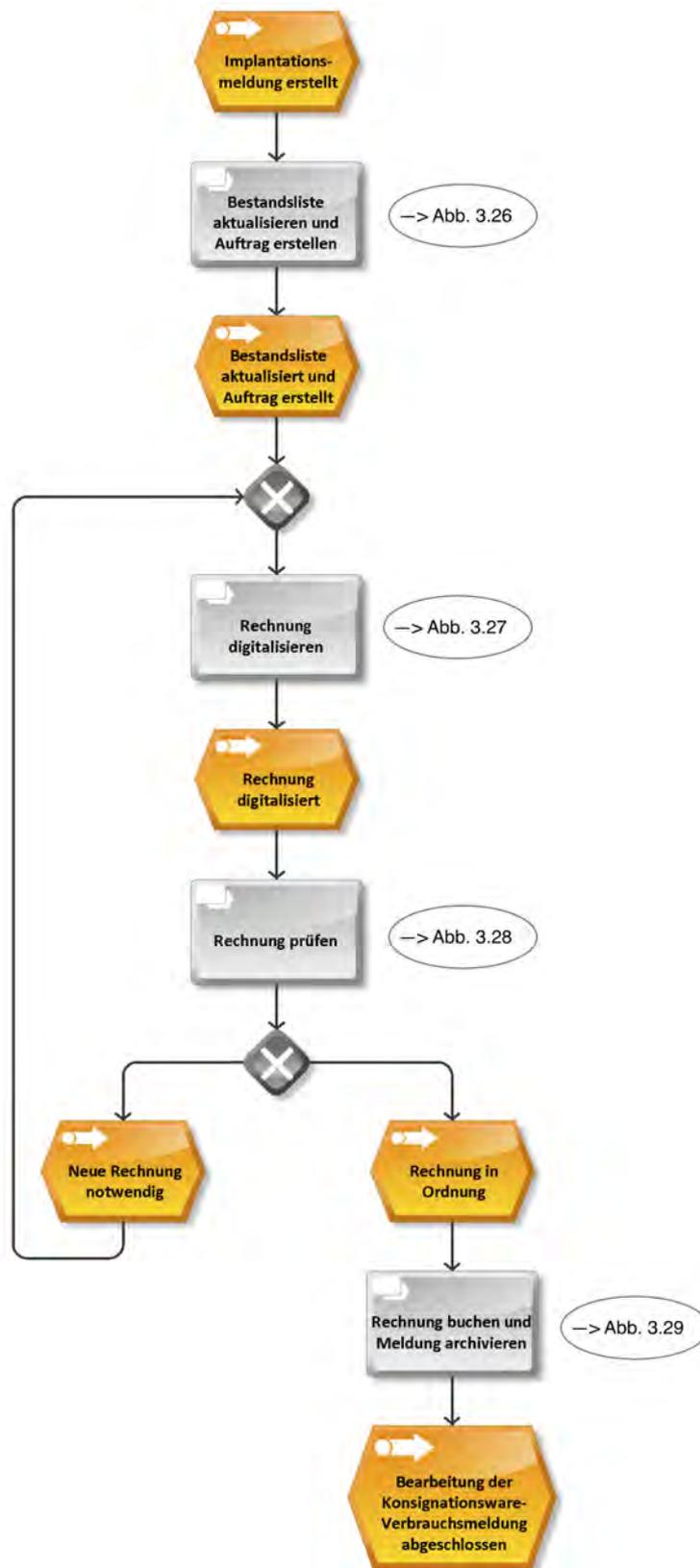


Abbildung 3.25: Aggregierter Gesamtprozess „SM-Konsignationsbestellung“

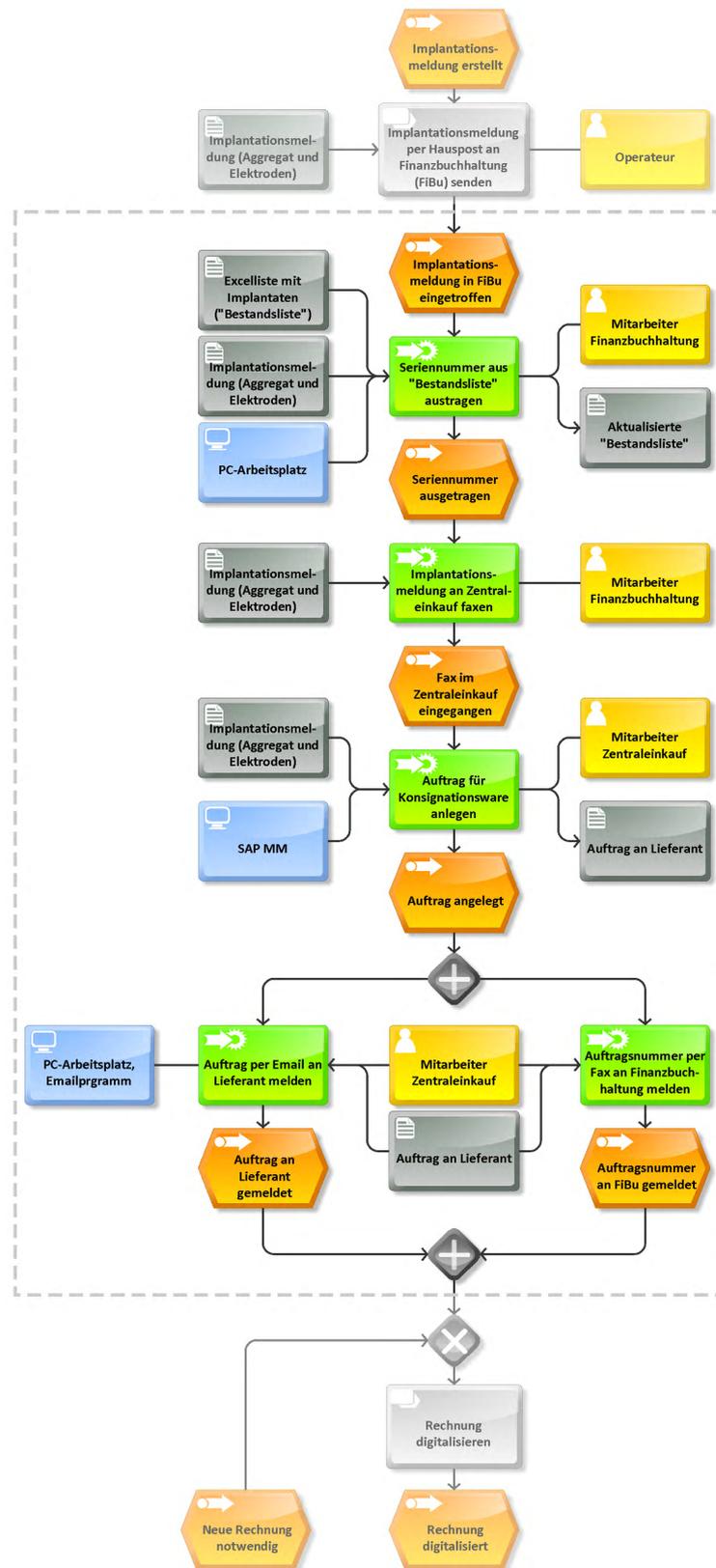


Abbildung 3.26: SM-Konsignationsbestellung: Subprozess „Auftrag erstellen“

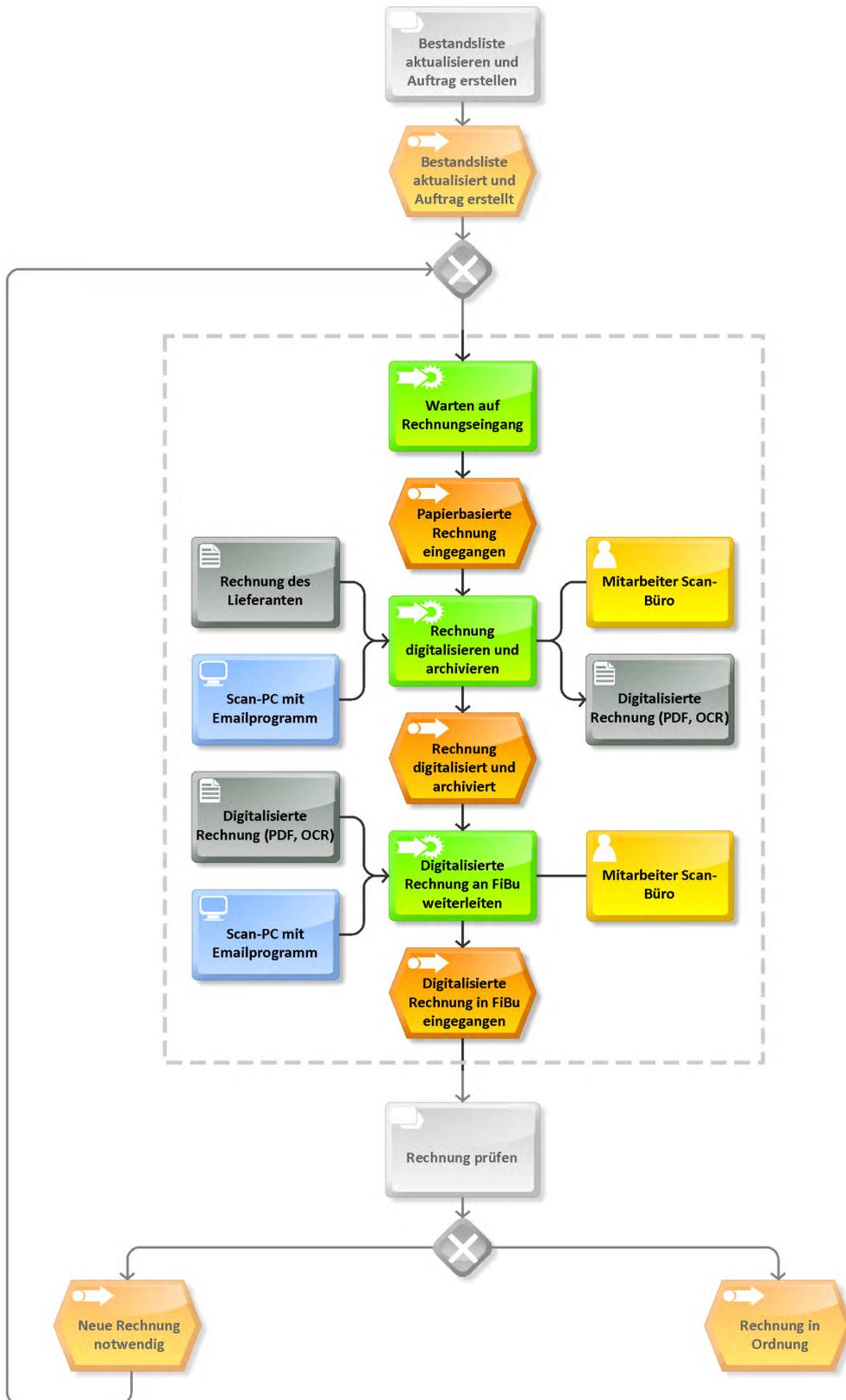


Abbildung 3.27: SM-Konsignationsbestellung: Subprozess „Rechnung digitalisieren“

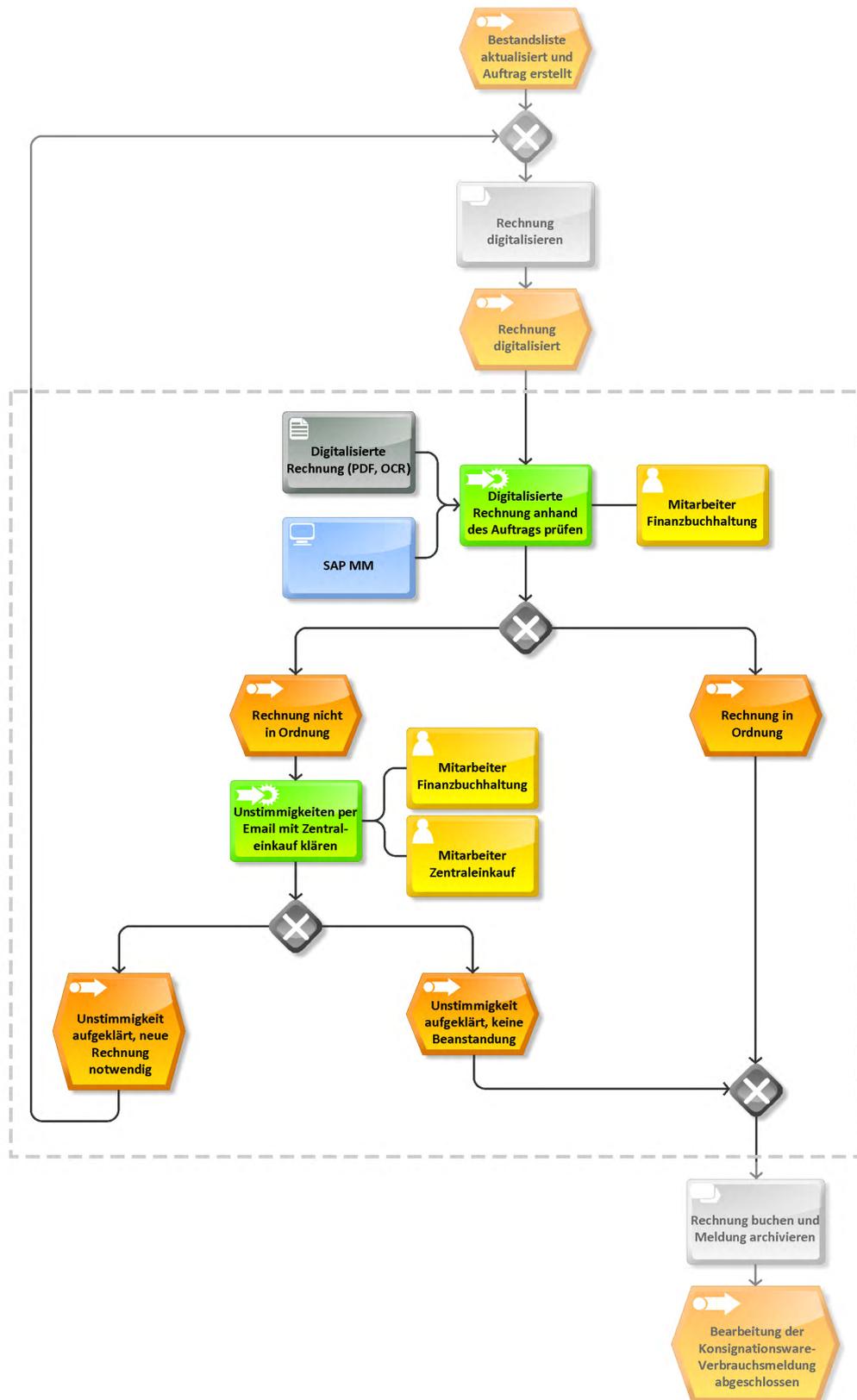


Abbildung 3.28: SM-Konsignationsbestellung: Subprozess „Rechnung prüfen“

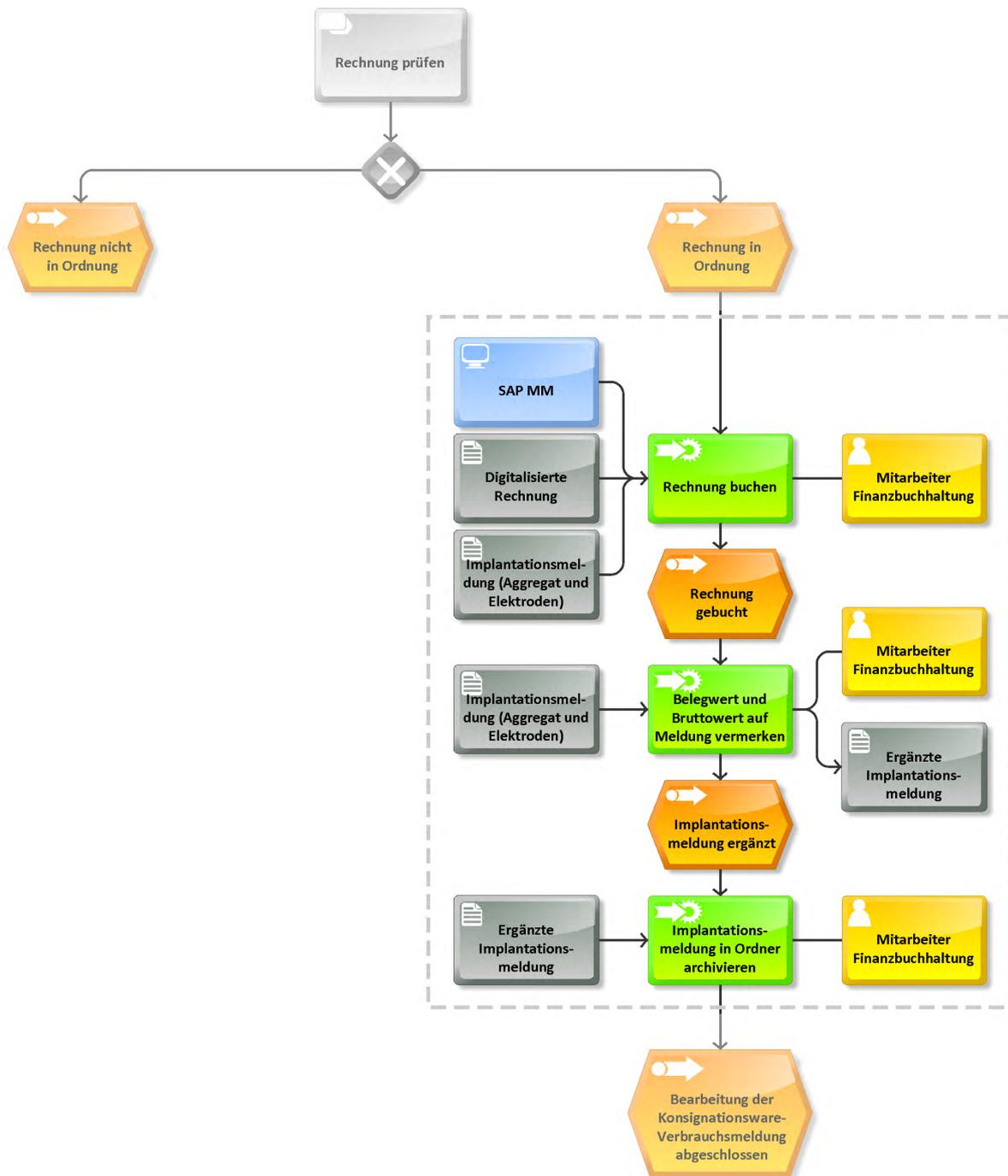


Abbildung 3.29: SM-Konsignationsbestellung: Subprozess „Rechnung buchen“

# 4 Identifizierte Verbesserungspotenziale

Ziel der Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse war die Identifikation organisatorischer Optimierungspotenziale in Bezug auf interdisziplinäre Zusammenarbeit sowie den Einsatz existierender Informationssysteme. Eine Analyse der medizinischen Leistungserbringung und ggf. die Identifikation von Optimierungspotenzialen kann seitens des Autors nicht geleistet werden. Dies bleibt dem medizinischen Fachpersonal vorbehalten. Jedoch können die zuvor vorgestellten Diagramme der medizinischen Leistungserbringung hierzu herangezogen werden und als mögliche Analyse- und Kommunikationsgrundlage dienen. Darüber hinaus können die erstellten Diagramme, basierend auf dem Feedback des medizinischen Fachpersonals, um domänenspezifisch relevante Informationen angereichert werden, um zukünftig eine bessere Analyse- und Kommunikationsgrundlage liefern zu können. Seitens der Wirtschaftsinformatik können jedoch die organisatorischen und administrativen Abläufe sowie Einsatz und Integration von Informationssystemen analysiert werden. Hierbei kann besonderes Augenmerk auf redundante Arbeitsabläufe, nicht vorhandene Schnittstellen und daraus resultierende Medienbrüche, d. h. auf IT-Integration, sowie eine bessere Unterstützung der medizinischen Leistungserbringung durch Informationssysteme bis hin zur Konzeption neu- bzw. weiterzuentwickelnder (Krankenhaus-)Informationssysteme gelegt werden.

Nachfolgend werden die im Rahmen der Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse der medizinischen Leistungen „Koronarangiographie und Perkutane Transluminale Koronarangioplastie“ (siehe Abschnitt 3.2) bzw. „Herzschrittmacherimplantation“ (siehe Abschnitt 3.3) gemachten Beobachtungen und identifizierten Verbesserungspotenziale in den Abschnitten 4.1 bzw. 4.2 vorgestellt.

## 4.1 Verbesserungspotenziale im Rahmen der Koronarangiographie und PTCA

Beobachtungen und Verbesserungspotenziale im Rahmen der Koronarangiographie und PTCA lassen sich den Bereichen der medizinischen Dokumentation (Abschnitt 4.1.1), der Abrechnung der medizinischen Leistungserbringung (Abschnitt 4.1.2) und der Materialwirtschaft (Abschnitt 4.1.3) zuordnen.

#### 4.1.1 Medizinische Dokumentation

**Beschreibung:** Die medizinische Dokumentation erfolgt interventionsbegleitend mit dem Informationssystem *Cardiovascular Information Solution (CVIS)*, das mit dem Krankenhausinformationssystem integriert ist. Neben der Dokumentation der indikationsstellenden Diagnose sowie der medizinischen Intervention selbst werden auch relevante Ausschnitte des gefertigten Röntgenfilms gespeichert. Darüber hinaus wird der medizinisch relevante und dokumentationspflichtige Materialverbrauch dokumentiert. Hierbei handelt es sich im vorgestellten Anwendungsfall um die Materialtypen „Stent“, „Katheter“, „Ballon“, „Draht“ und „Schleuse“. Aus dem CVIS heraus wird ein Bericht generiert, der zwei mal ausgedruckt wird und anschließend einmal in der papierbasierten Patientenakte und – nachdem er zu weiteren Dokumentations- und Abrechnungszwecken verwendet worden ist – einmal im Archiv des Herzkatheterlabors abgelegt wird. Außerdem werden die relevanten Röntgenfilmausschnitte auf einer CD archiviert. Ergänzend erfolgt die Dokumentation der Intervention im HKL-Buch, das als Backuplösung für den Fall der Nichtverfügbarkeit des CVIS vorgehalten wird.

#### **Beobachtungen und Verbesserungspotenziale:**

1. **Beobachtung:** Da nur die tatsächlich verwendeten, für den individuellen Patienten passenden, Verbrauchsmaterialien, aber nicht ggf. zuvor verworfene, Verbrauchsmaterialien dokumentiert werden (müssen), ist die medizinische Dokumentation an dieser Stelle nicht geeignet, um basierend darauf automatisiert das Bestandsmanagement unterstützen zu können. **Verbesserungspotenzial:** Zur Unterstützung einer (teil)automatisierten, verbrauchsorientierten Anpassung der Materialbestände im Herzkatheterlabor sollten neben den medizinisch passenden Verbrauchsmaterialien auch im Rahmen einer Intervention verworfene Verbrauchsmaterialien dokumentiert und auf dieser Basis ein täglicher Bericht der Materialverbräuche erstellt werden können. Hierdurch ließe sich die täglich durch das Assistenzpersonal im HKL durchgeführte Bestandskontrolle unterstützen und der zeitliche Aufwand für administrative Tätigkeiten reduzieren.
2. **Beobachtung:** Die installierte Version des CVIS erlaubt das Durchsuchen der Patientendatenbank nur nach Namen. Es ist jedoch nicht möglich, die Suche auf Vor- oder Nachnamen einzuschränken, nach dem hinterlegten Geburtsdatum oder weiteren Kriterien individuell oder kombiniert zu suchen. **Verbesserungspotenzial:** Das CVIS sollte um eine elaboriertere Suchfunktion ergänzt werden, die den Anforderungen des medizinischen Personals im Herzkatheterlabor entspricht. Dazu gehört z. B. die gezielte, wahlweise exklusive oder kombinierte, Suche nach Zeichenketten in den Feldern Name, Vorname, Geburtsdatum, Geburtsort oder Patienten-ID.
3. **Beobachtung:** Die Dokumentation aller am Eingriff beteiligten Personen erfolgt durch Auswahl von im CVIS hinterlegten Namen. Diese Namen sind jedoch nicht gemäß einer

#### 4 Identifizierte Verbesserungspotenziale

einheitlichen Konvention hinterlegt. Beispielhaft seien Einträge in der Form „Dr. <Vorname> <Nachname>“, „Dr. <Nachname>“, „OA <Nachname>, Dr. med.“ oder „Sr. <Vorname>“ genannt. **Verbesserungspotenzial:** Alle relevanten Personaldatensätze sollten gemäß einer einheitlichen Konvention angelegt werden. Im Idealfall sollten alle relevanten Daten aus dem eingesetzten Personalmanagementsystem des Krankenhausträgers über eine geeignete Schnittstelle in das Krankenhausinformationssystem bzw. spezialisierte medizinische Informationssysteme übermittelt werden können. Darüber hinaus ergäbe sich bei entsprechender Ausgestaltung des Personalmanagementsystems auch die Möglichkeit Abwesenheitszeiten (z. B. Urlaubs- oder Krankheitstage) im Rahmen der medizinischen Dokumentation zu berücksichtigen, z. B. indem nur das tatsächlich anwesende, im Dienst befindliche medizinische Personal zur Auswahl vorgeschlagen wird.

- 4. Beobachtung:** Die Dokumentation des medizinischen Verbrauchsmaterials gestaltet sich zeitaufwändig und umständlich, da jeder verbrauchte Artikel einzeln dokumentiert werden muss. Hierzu sind im CVIS jeweils mindestens drei Mausklicks notwendig, zwischen denen jeweils ein langer Bildschirmweg mit der Maus zurückgelegt werden muss. Hinzu kommt, dass die Bezeichner der Verbrauchsmaterialien im CVIS nicht einheitlich angelegt sind. **Verbesserungspotenzial:** Der Aufwand der Dokumentation des medizinischen Verbrauchsmaterials ließe sich durch die Ableitung eines „Standard-Materialverbrauchs“ pro medizinischer Intervention bzw. pro Prozessschritt reduzieren. Dieses ließe sich entweder automatisiert in Folge der zuvor angelegten/dokumentierten medizinischen Intervention als Verbrauchsdokumentation vorschlagen, bei der manuelle Änderungen nur dann erforderlich werden, wenn abweichende bzw. zusätzliche Verbrauchsmaterialien eingesetzt worden sind. Hierbei muss einschränkend festgehalten werden, dass zum Zeitpunkt der durchgeführten Prozessdokumentation die Definition von „Standardmaterial-Sets“ für den Bereich der ambulanten Leistungserbringung nicht zulässig war, da hier jede Leistung und jedes Material individuell dokumentiert werden muss. Vor diesem Hintergrund bietet sich – nicht nur für den Bereich der ambulanten sondern auch den Bereich der stationären Leistungserbringung – zur Unterstützung der medizinischen Dokumentation die Entwicklung einer Spezifikation zur einheitlichen Bezeichnung medizinischer Verbrauchsmaterialien an, um das Auffinden im CVIS für das dokumentierende Mitglied des Assistenzpersonals zu erleichtern. Im Idealfall werden sämtliche Bezeichner medizinischen Verbrauchsmaterials bereits im Materialwirtschaftssystem einheitlich erfasst und über eine Schnittstelle an das CVIS weitergeleitet. Hierbei wäre darauf zu achten, dass nur die für die medizinische Intervention oder – zur Reduktion der Komplexität der Zuordnung von Materialien zu Interventionen – für den medizinischen Fachbereich relevanten Artikelbezeichner verfügbar gemacht werden. Ein Ansatz, diese Zuordnung automatisiert vorzunehmen könnte sein, nur die

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie  
Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering  
Artikelbezeichner der von einer Organisationseinheit bestellten Artikel auch in von der  
Organisationseinheit eingesetzte Informationssysteme weiterzuleiten.

#### 4.1.2 Abrechnung der medizinischen Leistungserbringung

**Beschreibung:** Die Abrechnung der erbrachten medizinischen Leistungen erfolgt durch Mitglieder des Assistenzpersonals an einem von zwei speziell dafür ausgestatteten PC-Arbeitsplätzen außerhalb des HKL-Kontrollraums, in dem die medizinische Verlaufsdocumentation erstellt wird. Die Abrechnung erfolgt auf Grundlage der DRG, wobei ggf. Zusatzentgelte abgerechnet werden können. Implantierte Stents werden separat kodiert und fakturiert. Am Ende des Abrechnungsprozesses wird die die Verlaufsdocumentation sowie den Radiologiefilm enthaltende CD mit den Patientenstamm- und Interventionsdaten bedruckt.

Nach erfolgter Abrechnung, d. h. in der Regel am folgenden Arbeitstag, werden die Abrechnungsdaten durch ein Mitglied des kardiologischen Qualitätsmanagements überprüft und anschließend ein Qualitätsbogen ausgefüllt. Als Grundlage hierzu dienen die Eintragungen im HKL-Buch.

**Beobachtung:** Im Rahmen der Beobachtungen ist aufgefallen, dass die Erstellung der medizinischen Verlaufsdocumentation und der Abrechnung an zwei räumlich getrennten PC-Arbeitsplätzen erfolgt, die nicht direkt miteinander verbunden sind. Zwischen diesen Räumen befinden sich die Herzkatheterlabor-Räume, die bei laufender Diagnostik bzw. Therapie nur eingeschränkt betreten bzw. durchlaufen werden können. Dies liegt sowohl in der gegebenenfalls freigesetzten Röntgenstrahlung als auch in der zusätzlichen Belastung für den Patienten.

**Verbesserungspotenzial:** Es erscheint sinnvoll, im HKL-Kontrollraum eine zusätzliche Möglichkeit zur Abrechnung der erbrachten medizinischen Leistungen zu schaffen. Dies ist jedoch nur unter Berücksichtigung der räumlichen Rahmenbedingungen möglich. Beides kann zur Reduktion von Laufwegen und zu einer im Anschluss an die medizinische Leistungserbringung zeitnäheren Durchführung der Abrechnung beitragen und diese effizienter gestalten.

#### 4.1.3 Materialwirtschaft

**Beschreibung:** Alle benötigten Ge- und Verbrauchsmaterialien werden direkt in den HKL-Räumen in Lagerschränken oder auf Freiflächen vorgehalten. Darüber hinaus verfügt das HKL über ein Pufferlager im Keller des Krankenhauses, dessen Bestände für ca. eine Woche im Regelbetrieb ausreichen und gewährleistet damit die Versorgungssicherheit auch dann, wenn aufgrund exogener Einflüsse eine Lieferung externer Dienstleister ihren Bestimmungsort nicht erreicht. Im HKL finden tägliche, im Pufferlager wöchentliche Bestandskontrollen statt. Tägliche Bestandskontrollen werden am Ende der regulären Arbeitszeit, i. d. R. nach der

letzten elektiven Patientenversorgung, durchgeführt, sodass notwendige Bestellungen am Morgen des folgenden Arbeitstages bis ca. 8 Uhr an den Zentraleinkauf übermittelt werden können, um dort eine untertägige Weiterverarbeitung der Bestellungen zu ermöglichen und einen schnellstmöglichen Liefertermin realisieren zu können. Alle Bestellungen werden über einen im Intranet verfügbaren E-Shop aufgegeben, in dem regulär benötigte Materialien aus einer sog. Hitliste ausgewählt werden können, während für Sonderbestellungen ein Freitextfeld zur Verfügung steht. Die aufgegebene Bestellung wird im HKL ausgedruckt und an den Zentraleinkauf gefaxt. Der Ausdruck wird zu späteren Wareneingangskontrolle in einem Ordner abgelegt. Die Bearbeitung des Bestellvorgangs im Zentraleinkauf beinhaltet eine Prüfung der Bestellung auf Konsistenz, die Auswahl eines geeigneten Lieferanten, die Durchführung der Bestellung sowie den Versand einer Bestellbestätigung an das HKL.

#### **Beobachtungen und Verbesserungspotenziale:**

- 1. Beobachtung:** Die Benutzeroberfläche des E-Shops erscheint unübersichtlich. Es findet sich keine Gruppierung bzw. Klassifikation von Artikeltypen. Darüber hinaus erscheint die gewählte und durch den Benutzer nicht veränderbare Schriftgröße vergleichsweise klein. **Verbesserungspotenziale:** Die Präsentation des E-Shops sollte überarbeitet werden. Dazu sollte insbesondere die Schriftgröße angepasst bzw. dem jeweiligen Benutzer die Möglichkeit zur individuell bedarfsgerechten Anpassung der Schriftgröße gegeben werden. Zur Steigerung der Übersichtlichkeit erscheint es sinnvoll, Artikeltypen zu gruppieren bzw. zu klassifizieren. Denkbar wäre z. B. eine Gruppierung der in einem zurückliegenden Zeitraum am häufigsten (Zeitpunkte) bzw. am meisten (Stückzahl) bestellten Artikel vorzunehmen. Ebenso denkbar wäre z. B. eine Gruppierung gleichartiger Artikeltypen, sodass z. B. alle Stents, alle Ballone und alle Katheter einer eigenen Gruppe zugeordnet werden und innerhalb dieser z. B. nach Hersteller, nach Name oder anhand relevanter medizinischer Eigenschaften sortiert werden können. In Gesprächen mit der pflegerischen Leitung des HKL und dem Leiter des Zentraleinkaufs ist angemerkt worden, dass auch der jeweilige Artikelpreis im E-Shop hinterlegt werden könnte, um den Bestellern ein besseres Gefühl für den Wert der bestellten und alltäglich eingesetzten Artikel vermitteln zu können.
- 2. Beobachtung:** Seitens des Assistenzpersonals ist betont worden, dass keine automatisierte Bestellverfolgung möglich ist, d. h. es sind weder Informationen zum Bestellstatus verfügbar, noch sei es möglich, eine aufgegebene Bestellung nachträglich zu stornieren oder in Folge einer zuvor erfolgten Rückmeldung des Zentraleinkaufs einen alternativen Artikel bestellen zu können. **Verbesserungspotenziale:** Es erscheint sinnvoll, den E-Shop um eine Komponente zur automatisierten Bestellverfolgung zu ergänzen, die Informationen zum Bestellstatus, z. B. <bestellt, nicht bestellt>, erfolgter Wareneingang mit Zeitstempel, erwarteter Wareneingang, Bestellung oder Artikel nicht bzw. nicht zeitgerecht lieferbar, zur Verfügung stellt und damit das Assistenzpersonal von der

Aufgabe der manuellen Nachverfolgung und Kontrolle noch offener Bestellungen zu entlasten. Darüber hinaus erscheint es für den Fall nicht oder nicht zeitgerecht lieferbarer Artikel sinnvoll, alternative Artikeltypen als Grundlage einer Anpassung der initial aufgegebenen Bestellung vorzuschlagen.

- 3. Beobachtung:** Bei der Beschreibung der materialwirtschaftlichen Abläufe durch die Mitglieder des Assistenzpersonals im HKL ist aufgefallen, dass viele Bestellpositionen regelmäßig wiederkehrend bestellt werden. Auf Nachfrage ist bestätigt worden, dass entsprechende Bestellpositionen über 50 % aller Bestellpositionen ausmachen. Dies bedeutet, dass bereits regelmäßig wiederkehrende Bestellpositionen einen nicht unerheblichen zeitlichen Aufwand und auch eine entsprechende Fehleranfälligkeit mit sich bringen. **Verbesserungspotenziale:** Dieser Beobachtung ließe sich entgegenwirken, indem – basierend auf Analysen zurückliegender Bestellvorgänge – regelmäßig auftretende „Standardbestellungen“ identifiziert und dem Endnutzer im E-Shop als Vorlagen angeboten werden könnten. Hierbei wäre zu überlegen, ob neben regelmäßig wiederkehrenden Bestellpositionen auch die zugehörige Bestellmenge vorgeschlagen oder als vom Bestellenden einzugebendes Feld leer gelassen werden soll. Hierzu ist angemerkt worden, dass infolge automatisierter Bestellvorschläge inkl. vorgeschlagener Bestellmengen das „Gefühl“ für Bestellmengen bzw. Materialverbräuche verloren gehen könnte. Dieser Vorschlag allein entlastet das Assistenzpersonal gleichzeitig nicht von der täglich durchzuführenden Bestandskontrolle im HKL. Um dies zu erreichen müsste außerdem – wie in Abschnitt 4.1.1 beschrieben – eine Integration zwischen medizinischer Dokumentation und Warenwirtschaftssystem hergestellt werden.

## 4.2 Verbesserungspotenziale im Rahmen der Herzschrittmacherimplantation

Beobachtungen und Verbesserungspotenziale im Rahmen der Herzschrittmacherimplantation lassen sich den Bereichen der medizinischen Dokumentation (Abschnitt 4.2.1) der Lagerung und Beschaffung von Konsignationsware (Abschnitt 4.2.2) zuordnen.

### 4.2.1 Medizinische Dokumentation

**Beschreibung:** Die elektronische medizinische Dokumentation einer Herzschrittmacherimplantation erfolgt sowohl im Krankenhausinformationssystem als auch in einer zusätzlichen Datenbank namens ProPace. Zusätzlich erfolgt eine papierbasierte Dokumentation, bei der zwei jeweils eine DIN A4-Seite umfassende Formulare ausgefüllt sowie Eintragungen im

OP-Buch (analog zum HKL-Buch) vorgenommen werden. Die Dokumentation im Krankenhausinformationssystem umfasst im Wesentlichen die Kodierung der OP, die Auswahl der indikationsbildenden Diagnose, die Erfassung diverser Zeitdauern, aus denen z. B. anästhesiologische und chirurgische Kennzahlen<sup>1</sup> abgeleitet werden können, ggf. aufgetretene Komplikationen, die uneindeutige Erfassung des implantierten Herzschrittmachers sowie der zugehörigen Elektrode(n) und das anwesende medizinische Personal. Nach Abschluss der Herzschrittmacherimplantation wird ein Implantationsbericht erstellt, der an das von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie<sup>2</sup> geförderte Deutsche Herzschrittmacher-Register<sup>3</sup> gesendet wird. Die Dokumentation in der Datenbank ProPace umfasst die Stammdaten des Patienten, die Art des durchgeführten Eingriffes, die uneindeutige Erfassung des implantierten Herzschrittmachers, der zugehörigen Elektrode(n) sowie die patientenindividuelle Konfiguration des Herzschrittmachers, z. B. die programmierte Reizschwelle, d. h. die Stärke des elektrischen Impulses, die gerade noch ausreicht, um den Herzmuskel zu stimulieren und damit einen regelmäßigen Herzschlag zu gewährleisten. Im OP-Journal wird auf einer DIN A4-Seite die Herzschrittmacherimplantation durchführende medizinische Personal, diverse Prozesszeiten, die Lagerung des Patienten sowie eingesetzte Verbrauchsmaterialien inkl. der zugehörigen abschließenden Vollzähligkeitskontrolle, die durchgeführt wird, um z. B. ausschließen zu können, dass versehentlich Tupfer, Kompressen oder ähnliches im Patienten zurückgeblieben sind und dadurch ein ärztlicher Behandlungsfehler entstanden ist. Die Dokumentation mittels „Kurzbericht SM-/ICD-OP“<sup>4</sup> umfasst Angaben zur durchgeführten Operation, der zugrundeliegenden Indikation, dem den Eingriff durchführenden medizinischen Personal, der Dauer des Eingriffs, der Durchleuchtungszeit des Patienten sowie eine uneindeutige Erfassung des implantierten Herzschrittmachers und der zugehörigen Elektrode(n). Die Dokumentation im OP-Buch umfasst Angaben zur durchgeführten Operation, dem den Eingriff durchführenden medizinischen Personal sowie eine uneindeutige Erfassung des implantierten Herzschrittmachers und der zugehörigen Elektrode(n).

**Beobachtung:** Im Rahmen der medizinischen Dokumentation der Herzschrittmacherimplantation kommt es zu mehrfacher, teilweise redundanter medizinischer Dokumentation. Es wird in zwei Informationssystemen, dem Krankenhausinformationssystem und der Datenbank ProPace, sowie dreimal papierbasiert, davon zweimal mittels einer „Kurzdokumentation“ auf einer DIN A4-Seite und einmal im OP-Buch dokumentiert. Dabei werden zentrale Daten der Durchführung der Herzschrittmacherimplantation bis zu fünf Mal redundant dokumentiert.

Hierbei handelt es sich insbesondere um:

- Patientenstammdaten

<sup>1</sup>Für ein Glossar perioperativer Prozesszeiten und Kennzahlen siehe z. B. Bauer et al. (2008).

<sup>2</sup><http://dgk.org>.

<sup>3</sup><http://www.pacemaker-register.de>.

<sup>4</sup>Die Abkürzung SM steht für Schrittmacher, die Abkürzung ICD für Implantierbarer Cardioverter Defibrillator.

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie  
Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering

- das die Herzschrittmacherimplantation durchführende medizinische Personal
- die Art des Eingriffs (Herzschrittmacherimplantation)
- diverse Zeitangaben
- die dem Eingriff zugrundeliegende Indikation
- eindeutige Identifikation des Herzschrittmachers sowie der Elektrode(n)

**Verbesserungspotenziale:** Eine mehrfach redundante Dokumentation sollte möglichst vermieden werden, sofern dadurch keine zusätzlichen Risiken, z. B. für die Patientensicherheit, oder zusätzliche administrative Arbeitsschritte für das medizinische Personal resultieren. Mit Blick auf die Dokumentation in zwei unterschiedlichen Informationssystemen sollte zunächst geprüft werden, ob eine Integration von Krankenhausinformationssystem und der Datenbank ProPace möglich ist, um alle bereits im KIS gespeicherten Daten bedarfsgerecht in die Datenbank ProPace übernehmen zu können. Mit Blick auf die papierbasierte Dokumentation in Form des „OP-Journals“ und des „Kurzberichts SM-/ICD-OP“ sollte geprüft werden, ob diese Formulare aus der im Krankenhausinformationssystem vorgenommenen Dokumentation automatisiert generiert und bei Bedarf anschließend ergänzt werden können. Seitens aller am Projekt Beteiligten herrscht grundsätzlich Konsens, dass redundante Dokumentationstätigkeiten möglichst vermieden werden sollten. Allerdings sind papierbasierte Dokumentationen teilweise nicht verzichtbar, da sie im seltenen Falle eines Informationssystemausfalls als Backup dienen und auch dann einen kurzfristigen Zugriff auf alle medizinisch relevanten Informationen des Falles ermöglichen. Darüber hinaus ist angemerkt worden, dass eine papierbasierte Dokumentation handschriftlich meist schneller erstellt werden kann, als dies mit einem Informationssystem möglich sei. Diese Hinweise sollten bei der Konzeption einer Informationssystemintegration und Unterstützung der Dokumentationstätigkeiten und dem Entwurf neuer/der Überarbeitung existierender Benutzerschnittstellen oder Eingabemaschinen berücksichtigt werden.

#### 4.2.2 Lagerung und Beschaffung von Konsignationsware

**Beschreibung:** Bei Herzschrittmachern und Sonde(n) handelt es sich um Konsignationsware, die im Vorraum des Operationssaals in einem Schrank gelagert werden. Verbrauchsmaterialien werden im OP-Bereich gelagert. Verbräuche von Konsignationsware werden über ein speziell für diesen Fall vorgesehenes Formular nach jeder Herzschrittmacherimplantation durch den Operateur per Hauspost an den Zentraleinkauf gemeldet. Verbräuche von Verbrauchsmaterialien werden nach jeder Intervention mittels OP-Journal per Hauspost an den Zentraleinkauf gemeldet. Die Beschaffung sowohl von Konsignationsware als auch von Verbrauchsmaterial erfolgt durch den Zentraleinkauf.

#### 4 Identifizierte Verbesserungspotenziale

**Beobachtung:** Durch die papierbasierte Dokumentation und Kommunikation verbrauchter Konsignationsware und Verbrauchsmaterialien ist der weitere Prozess der Abrechnung und Nachbestellung der Konsignationsware sowie Nachbestellung von Verbrauchsmaterialien infolge des auftretenden Medienbruchs potenziell fehleranfällig und verursacht zusätzlich eine redundante Datenverarbeitung im Zentraleinkauf.

**Verbesserungspotenzial:** Da die eingesetzte Konsignationsware bereits in der medizinischen Dokumentation erfasst werden muss, sollte geprüft werden, ob eine Integration von Krankenhausinformationssystem und Warenwirtschaftssystem erzielt werden kann, die ein automatisches Bestands- und Abrechnungsmanagement für Konsignationsware unterstützen kann. Alternativ sollte geprüft werden, ob im Anschluss an eine medizinische Dokumentation im Krankenhausinformationssystem automatisiert eine Verbrauchsmeldung über Konsignationsware erstellt und z. B. per E-Mail an eine ggf. einzurichtende Funktionsemailadresse anstatt per Hauspost an den Zentraleinkauf versendet werden kann. So ließe sich das medizinische Personal von manueller, papierbasierter und infolge der Redundanz zeitaufwändiger Dokumentationstätigkeit, das Personal des Zentraleinkaufs von erneuten Dateneingaben entlasten und durch Vermeidung des identifizierten Medienbruchs das resultierende Fehlerpotenzial reduzieren. Darüber hinaus sollte die Hauspostlaufzeit ebenso berücksichtigt werden wie die Möglichkeit, dass eine Hauspostsendung möglicherweise auf dem Postweg verloren gehen oder nur zeitverzögert zugestellt werden könnte.

## 5 Entwurf von Konzepten zur Ressourcenmodellierung

Um einige der zuvor skizzierten Optimierungspotenziale realisieren zu können, bedarf es ausgewählter Anpassungen existierender Krankenhausinformations- und ERP-Systeme. Mit Fokus auf *Transparenz in der Materialwirtschaft* sollten korrespondierende Konzepte medizinischer Ressourcentypen Einzug in die eingesetzten Informationssysteme finden, die hinreichend viel domänenspezifische Semantik aufweisen, um die Arbeitsabläufe aller an den jeweiligen Prozessen beteiligten Akteure zielgerichtet unterstützen und ggf. verbessern zu können. Bezogen auf die zuvor analysierten Anwendungsfälle und identifizierten Optimierungspotenziale betrifft dies die Bereiche der medizinischen Dokumentation sowie der Abrechnung der erbrachten medizinischen Leistungen und die Materialwirtschaft sowohl in den medizinischen Abteilungen als auch in der Krankenhausverwaltung. Rückmeldungen der beteiligten Akteure aus dem Herzkatheterlabor und dem Zentraleinkauf haben bestätigt, dass konzeptuelle Modelle einen entscheidenden Beitrag zur Steigerung der Transparenz der dokumentierten Abläufe leisten und sich als abteilungsinterne und -übergreifende Analyse- und Kommunikationsgrundlage eignen. Basierend auf durchgeführten Analysen können Initiativen zur Anpassung sowohl des Handlungssystems, d. h. insbesondere der Prozesse, als auch der eingesetzten Informationssysteme initiiert werden.

Um Anschaulichkeit und Verständlichkeit konzeptueller Modelle weiter zu steigern, erscheint es sinnvoll zunächst basierend auf den analysierten Anwendungsfällen Anforderungen an domänenspezifische Modellierungskonzepte zu formulieren und diese anschließend zu spezifizieren, um anschließend zielgerichtete Modelle erstellen zu können. Da medizinische Ressourcentypen Bestandteil des Handlungssystems Krankenhaus sind, sollten sie in auf die Modellierung von diesen gerichteten Modellierungsmethoden – z. B. eine aktuell in Entwicklung befindliche Methode zur multiperspektivischen Krankenhausmodellierung (Heß 2012; Heß 2013a; Heß et al. 2014) – integrierbar sein. Im Kontext der vorgenannten, auf der Methode „Multiperspektivische Unternehmensmodellierung“ basierenden Methode zur „Multiperspektivischen Krankenhausmodellierung“ erscheint die Erweiterung der MEMO Resource Modelling Language (MEMO ResML, Jung 2007), einer auf die Modellierung von Ressourcentypen in Geschäftsprozessmodellen gerichteten DSML, um Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen sinnvoll. Daher werden nachfolgend Anforderungen basierend auf den in Kapitel 3 dokumentierten und analysierten Anwendungsfällen und der Zielsetzung des Leitprojektes *Transparenz in der Materialwirtschaft* an die Modellierung medizinischer

Ressourcentypen formuliert (Abschnitt 5.1). Anschließend werden resultierende Modellierungskonzepte entwickelt (Abschnitt 5.2) und exemplarisch angewendet (Abschnitt 5.3).

## 5.1 Anforderungsanalyse

Da das Leitprojekt *Transparenz in der Materialwirtschaft* den Fokus auf Materialwirtschaft legt, wird im Folgenden von Anforderungen an die Modellierung von medizinischem Personal abstrahiert und stattdessen Konzepte zur Modellierung physischer medizinischer Ressourcentypen fokussiert. Zur Steigerung der Transparenz über die im Rahmen von Koronarangiographien mit anschließender PTCA eingesetzter medizinischer Ressourcentypen mittels konzeptueller Modelle bedarf es korrespondierender Modellierungskonzepte.

**A1:** Ein Ansatz zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen sollte Konzepte aus dem Kontext der Koronarangiographie sowie der perkutanen transluminalen Koronarangioplastie bereitstellen.

**Zentrale Konzepte:** *Katheter, Draht, Gefäßstütze, Ballon, Verschlusssystem, Kontrastmittel.*

Zur Steigerung der Transparenz über die im Rahmen von Herzschrittmacherimplantationen eingesetzter medizinischer Ressourcentypen mittels konzeptueller Modelle bedarf es korrespondierender Modellierungskonzepte.

**A2:** Ein Ansatz zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen sollte Konzepte aus dem Kontext der Herzschrittmacherimplantation bereitstellen.

**Zentrale Konzepte:** *Herzschrittmacher, Sonde.*

Vor dem Hintergrund der an der medizinischen Leistungserbringung sowie den damit verbundenen administrativen Prozessen beteiligten verschiedenen Akteursgruppen, die aufgrund ihrer Zugehörigkeit zu verschiedenen Berufsgruppen unterschiedliche Sichten auf die Prozesse und in ihnen eingesetzten Ressourcen haben, sollten verschiedene Perspektiven bereits bei der Konzeptualisierung der Ressourcentypen berücksichtigt werden.

**A3:** Ein Ansatz zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen sollte Konzepte bereitstellen, die es erlauben Konzepte oder Konzeptbestandteile als perspektivenspezifisch relevant zu kennzeichnen.

**Zentrale Perspektiven:** *Ärztlicher Dienst, nicht-ärztliches Assistenzpersonal, Einkauf, Medizincontrolling.*

Um integrierte Modelle klinischer Behandlungspfade erstellen zu können, bedarf es einer Möglichkeit, Ressourcentypen zu Prozesstypen allokalieren zu können. Hierbei sollten verschiedene Arten der Allokation (z. B. zeitliche Allokation, mengenmäßige Allokation, Kostenallokation) berücksichtigt werden.

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie  
Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering

**A4:** Ein Ansatz zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen sollte Konzepte bereitstellen, die es erlauben Ressourcentypen zu Prozesstypen – ggf. in einer anderen DSML konzeptualisiert – zu allokalieren.

*Zentrale Allokationstypen: Konzepte zur Modellierung von Allokationstypen.*

## 5.2 Konzeptualisierung ausgewählter Ressourcentypen

Abbildung 5.1 zeigt den mit der MEMO Meta Modelling Language (Frank 2011c) erstellten Metamodellausschnitt zur Erweiterung der MEMO ResML um Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen mit Blick auf Anforderung 1. Im oberen Bereich finden sich die Konzepte der MEMO ResML, die den Ausgangspunkt der Erweiterung darstellen. In der MEMO ResML werden die Metatypen *Humanressource* (*Humanressource*), physische Ressource (*PhysischeRessource*) und intangible Ressource (*IntangibleRessource*) unterschieden, deren gemeinsame Generalisierung der Metatyp (*ElementareRessource*) darstellt, der auch die Angabe der potenziellen Allokationseinheit (z. B. Anzahl, Zeiteinheit) zum den Ressourcentyp inanspruchnehmenden Prozesstyp erlaubt (Jung 2007, S. 165 ff.). Außerdem erlaubt Jung (hierzu und im Folgenden 2007, S. 183-187) die Modellierung komponierter, d. h. zusammengesetzter (nicht-atomarer) Ressourcentypen (*KomponierteRessource*) zu denen eine *kompositionsbeschreibung* : *string* angegeben werden kann. Als gemeinsame Abstraktion über *ElementareRessource* und *KomponierteRessource* ist das Konzept *AbstrakteRessource* mit den Attributen *name* : *string*, *beschreibung* : *string* und *istPotenziellAktiv* : *TenärLogischerWert* spezifiziert worden. Das Attribut *istPotenziellAktiv* : *TenärLogischerWert* erlaubt die Angabe, ob ein Ressourcentyp eine aktive oder passive Rolle im Prozesstyp einnimmt. Jung (2007, S. 183-185) weist gleichzeitig auf die Problematik dieser Unterscheidung hin – eine Entscheidung sei nicht immer eindeutig möglich und hänge vom zu modellierende Kontext ab – und führt als Beispiele die Autonomie/Entscheidungskompetenz von Humanressourcentypen sowie die Autonomie von Maschinen/Computern an. Zulässige Ausprägungen des Attributs im Modell sind durch den komplexen Attributtyp *TenärLogischerWert*, der die Ausprägungen *true*, *false* und *undefined* vorgibt (Jung 2007, S. 201).

Da es sich bei medizinischen Ressourcentypen in der Regel um physische Ressourcentypen handelt und in den zugrunde liegenden Anwendungsfällen auch nur diese aus Sicht der Materialwirtschaft relevant gewesen sind, enthält der Metamodellausschnitt auch nur die entsprechende Spezialisierung des Konzepts *PhysischeRessource*. Die Konzepte *Humanressource* und *IntangibleRessource* sind der Vollständigkeit ebenfalls im Metamodellausschnitt visualisiert, werden im weiteren Verlauf jedoch nicht näher thematisiert werden.

Zunächst wird aus dem Konzept *PhysischeRessource* das Konzept *MedizinischeRessource* spezialisiert, deren Ausprägungen auf Typebene durch eine entsprechende Repräsentation der



Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering eClass-Klassifikation<sup>1</sup> (*eClass-Klassifikation*) beschrieben werden kann. Das Konzept *eClass-Klassifikation* wird als Language Level Type (vgl. hierzu und im Folgenden Frank 2011c, S. 23-24) im Metamodell repräsentiert, das erlaubt, Instanzen bereits auf Typebene in Modellen zu repräsentieren. Dies ist immer dann sinnvoll, wenn „die Existenz und der relevante Zustand einer Instanz über den Zeitverlauf eines Modells stabil sind“ (Frank 2011c, S. 23). Dies ist im Falle klassifikatorischer Informationen der Fall, die bereits eine Abstraktion über Instanzen darstellen. Gleichzeitig existieren zu dem gewählten Klassifikationselement keine Instanzen des Klassifikationselementes, die auf Instanzebene repräsentiert werden könnten – hiermit sind nicht die Typen/Instanzen gemeint, über die die Klassifikation eine gemeinsame Abstraktion darstellt.

Da die Klassifikation jedoch von einer Reihe von Eigenschaften konkreter Ressourcentypen, wie sie im Kontext der Materialwirtschaft relevant sind, aufgrund ihrer unternehmensübergreifenden Zielsetzung abstrahiert, wird das Konzept *SpezifischeMedizinischeRessource* zur Abbildung medizinischer Ressourcentypen unter Berücksichtigung unternehmerisch bzw. hier zunächst aus Sicht der Anwendungsfälle relevanter Eigenschaften eingeführt. Durch die gewählten Kardinalitäten der Assoziation *entspricht* ist es möglich, ein bis beliebig viele spezifische medizinische Ressourcentypen zu einem mittels eClass-Klassifikation beschriebenen medizinischen Ressourcentyp zuzuordnen. So lassen sich spezifische medizinische Ressourcentypen durch ihren *Einkaufspreis* und eine interne Artikelnummer (*Interne Artikelnummer*) beschreiben. Zusätzlich bedarf es der Möglichkeit zur Erfassung einer Hersteller- (*Hersteller Artikelnummer*) bzw. Lieferantenartikelnummer (*Lieferanten Artikelnummer*), um die automatisierte Verarbeitung elektronischer Bestellungen zu ermöglichen, in deren Rahmen ein Mapping von interner zu externer Artikelnummer vorgenommen werden können muss. Das intrinsische Attribut<sup>2</sup> *Seriennummer* erlaubt die Erfassung einer eindeutigen Seriennummer für jede Instanz eines medizinischen Ressourcentyps. Von der Besonderheit, dass nicht alle Instanzen medizinischer Ressourcentypen, z. B. sterile Abdeckungen, über eine Seriennummer auf Instanzebene verfügen, wird insofern abstrahiert als das davon ausgegangen wird, dass das Attribut standardmäßig mit „null“ initialisiert wird.

Während aus Sicht des ärztlichen Dienstes und des nicht-ärztlichen Assistenzpersonals lediglich der Hersteller eines medizinischen Ressourcentyps relevant ist, ist es im Kontext der Materialwirtschaft unerlässlich, neben dem Hersteller auch verschiedene Lieferanten unterscheiden zu können. Daher werden die Konzepte *Hersteller* und *Lieferant* als Language Level Types eingefügt. Da es sich sowohl bei Herstellern als auch Lieferanten um Unternehmen

---

<sup>1</sup>Die eClass-Klassifikation ist an dieser Stelle beispielhaft für existierende Klassifikationssysteme gewählt worden, da sie in der Materialwirtschaft weite Verbreitung und Anwendung erfährt. Ressourcentypen aus dem Bereich der Medizin und Medizintechnik finden sich in Gruppe Nr. 34 ([http://www.eclascontent.com/index.php?id=34000000&version=8\\_1&language=de](http://www.eclascontent.com/index.php?id=34000000&version=8_1&language=de)), letzter Abruf: 2014-06-18.

<sup>2</sup>Intrinsische Attribute können bereits im Metamodell (M2-Ebene) spezifiziert werden, ihre Instanziierung kann jedoch erst auf Instanzebene (M0) und nicht wie sonst für Metatypen üblich bereits auf Typebene (M1) erfolgen (Frank 2011c, S. 22).

handelt und ein Hersteller auch als Lieferant fungieren kann, wenn er seine Artikel selbst vertreibt, ist das Konzept *Unternehmen* als zusätzliche Abstraktion eingeführt worden. Dies erlaubt es, unternehmensspezifische Informationen nur einmal zu erfassen, die sowohl in der Funktion als Hersteller als auch als Lieferant relevant sind und auf die Vermeidung bzw. Reduktion von Redundanzen zielt.

Die Kennzeichnung relevanter Perspektiven (Anforderung A3) erfolgt mittels Attribut- bzw. Konzeptpräfixen:

- a – ärztlicher Dienst
- ap – nicht-ärztliches Assistenzpersonal
- ek – Einkauf
- mc – Medizincontrolling

Ziel der Kennzeichnung relevanter Attribute ist, in einer graphischen Repräsentation resultierender Modelle perspektivenspezifische Visualisierungen bereitstellen zu können, die auf die perspektivenspezifischen Informationsbedarfe abgestimmt sind und von nicht relevanten Aspekten abstrahieren.

Mit Blick auf die Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen lassen sich drei grundlegende physische Ressourcentypen-Kategorien unterscheiden: Medizinprodukte, Arzneimittel und Hilfsmittel.

Das Medizinproduktegesetz (MPG) liefert in § 3 eine ausführliche Definition des Begriffs Medizinprodukt bzw. eine ausführliche Beschreibung was als Medizinprodukt bezeichnet werden kann (Bundesministerium der Justiz 2014b, S. 4 ff.). Grundlegend sind Medizinprodukte „alle einzeln oder miteinander verbunden verwendeten Instrumente, Apparate, Vorrichtungen, Software, Stoffe und Zubereitungen aus Stoffen oder andere Gegenstände einschließlich der vom Hersteller speziell zur Anwendung für diagnostische oder therapeutische Zwecke bestimmten und für ein einwandfreies Funktionieren des Medizinproduktes eingesetzten Software, die vom Hersteller zur Anwendung für Menschen mittels ihrer Funktionen zum Zwecke

- der Erkennung, Verhütung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten,
- der Erkennung, Überwachung, Behandlung, Linderung oder Kompensierung von Verletzungen oder Behinderungen,
- der Untersuchung, der Ersetzung oder der Veränderung des anatomischen Aufbaus oder eines physiologischen Vorgangs oder
- der Empfängnisregelung

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering zu dienen bestimmt sind und deren bestimmungsgemäße Hauptwirkung im oder am menschlichen Körper weder durch pharmakologisch oder immunologisch wirkende Mittel noch durch Metabolismus erreicht wird, deren Wirkungsweise aber durch solche Mittel unterstützt werden kann.“ (Bundesministerium der Justiz 2014b, S. 4-5).<sup>3</sup>

Bereits der vorgenannte grundlegende Auszug aus der Begriffsbestimmung des MPG 2014 lässt die hinter dem Begriff „Medizinprodukt“ stehende Komplexität und die damit verbundenen Herausforderungen im Rahmen einer umfassenden, zielgerichteten Konzeptualisierung erkennen. Obgleich für die vorgestellten Anwendungsfälle im Kontext der Materialwirtschaft ausschließlich physische Medizinprodukte relevant sind, soll auch die Tatsache, dass Software – im Sinne der MEMO ResML als Spezialisierung des Konzeptes *IntangibleResource* konzeptualisiert<sup>4</sup> – ebenfalls ein Medizinprodukt darstellen kann: Software gilt immer dann als Medizinprodukt, wenn sie integraler Bestandteil eines Medizinproduktes ist, d. h. die Funktion des Medizinproduktes nicht ohne Software realisiert werden kann, oder, wenn sie als Stand-Alone Software auf die „Erkennung, Überwachung, Behandlung und Linderung von Krankheiten und Verletzungen“ (Oen 2009, S. 56) gerichtet ist (Oen 2009, S. 55-56). Eine Stand-Alone Software gilt dann nicht als Medizinprodukt, „wenn sie lediglich der Verwaltung allgemeiner Patientendaten gilt.“ (Oen 2009, S. 56). Am Beispiel eines KIS wird der teilweise fließende Übergang deutlich: „Sobald ein KIS [...] Module enthält, die es etwa ermöglichen, aus den eingegebenen Patientendaten Diagnose- und Therapieempfehlungen abzuleiten, ist die Schwelle zum Medizinprodukt überschritten [...]“ (Oen 2009, S. 56).

Das Arzneimittelgesetz (AMG) liefert in den §§ 2-4 eine ausführliche Definition des Begriffs Arzneimittel bzw. eine Beschreibung was als Arzneimittel bezeichnet werden kann (Bundesministerium der Justiz 2014a, S. 8-13).

„Hilfsmittel sind Gegenstände, die in Kuration, Rehabilitation und Vorbeugung zum Einsatz kommen, krankheitsbedingte Einschränkungen auszugleichen [...] Fast alle Hilfsmittel gehören zu den Medizinprodukten. Es gibt jedoch zahlreiche Medizinprodukte, die nicht zu den Hilfsmitteln gezählt werden, weil sie nicht für den Gebrauch durch den Patienten bestimmt sind.“ (Noweski et al. 2013, S. 409). Ein Katalogsystem aller von den gesetzlichen Krankenversicherungen (GKV) erstattungsfähigen Hilfsmittel stellt das Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. (2014) im Internet zur Verfügung.

Der Metatyp *Medizinprodukt* erlaubt die Angabe, ob daraus instanziierte Typen von Medizinprodukten aktiv, d. h. durch elektrische oder anderweitig erzeugte Energie betrieben, oder passiv sind (*istAktiv : bool*), die Zuordnung zu einer von vier Medizinprodukte-Klassen (*Klasse*)

---

<sup>3</sup>Eine weiterführende Analyse der Bestimmung des Begriffes Medizinprodukt gem. MPG unterbleibt an dieser Stelle, da dies zur Adressierung der vorgestellten Anwendungsfälle nicht notwendig ist. Im Sinne einer umfassenden, auf der medizinischen Fachsprache basierenden Konzeptualisierung ist eine weiterführende Analyse, z. B. in zukünftigen Publikationen, jedoch unerlässlich.

<sup>4</sup>Konzeptualisierungen von Software unabhängig ihrer Betrachtung als Ressourcentyp finden sich z. B. bei Kirchner (2008, S. 162 ff.) sowie in einer Weiterentwicklung bei Heise (2013).

Tabelle 5.1: Risikoklassifikation von Medizinprodukten und dazugehörige Beispiele (übernommen aus Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen 2014)

Risikoklasse	Beschreibung	Beispiele
Klasse I	Niedriges Risikopotenzial	Brillen, Stethoskope, Mundspatel, Urinflaschen, aber auch viele Verbandsmittel, Halskrausen, Rollstühle, Inkontinenzeinlagen und Dekubitusmatratzen
Klasse IIa	Mittleres Risikopotenzial	externe Hörgeräte, Kontaktlinsen, Blasenkatheter, Kanülen, OP-Handschuhe, diagnostischer Ultraschall, Magnetresonanztomographie-Geräte, Positronen-Emissions-Tomographie-Geräte, Transkutane elektrische Nervenstimulations-Geräte
Klasse IIb	Erhöhtes Risikopotenzial	periphere Gefäßprothesen oder Stents, Brachytherapiegeräte, Dialysatoren, chirurgische Laser, Nägel und Platten, externe Herzschrittmacher und Defibrillatoren, Lithotripter, Röntgengeräte, Kondome
Klasse III	Hohes Risikopotenzial	Herzschrittmacher, Herzklappen, Herz- und Ablationskatheter, Hüft-, Schulter- und Kniegelenksprothesen, Brustimplantate, intrakranielle Stents, koronare Stents

(Klasse I, IIa, IIb, III) sowie ggf. zu einer Unterklasse (*Unterklasse*), sofern es sich um ein Medizinprodukt der Klasse I handelt. In diesem Fall muss es der Klasse „Is“ (sterile Produkte) bzw. „Im“ (Produkte mit Messfunktion) zugeordnet werden. Das Constant C01 (vgl. Abbildung 5.2) drückt die entsprechende Abhängigkeit aus. Der Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen (2014) ordnet den Risikoklassen eine Beschreibung der Risikogröße zu und nennt beispielhaft konkrete Medizinprodukttypen (vgl. Tabelle 5.1). Außerdem kann ein für jeden Medizinprodukte-Typ gem. MPG, §9 (Bundesministerium der Justiz 2014b, S. 9) verpflichtend anzugebendes *CE-Kennzeichen* inklusive der Kennnummer der „Benannten Stelle“ dokumentiert werden. Mit der Vergabe eines CE-Kennzeichens wird, bezogen auf Medizinprodukte, ausgedrückt, dass der Medizinprodukttyp „den geltenden Anforderungen genügt, die in den Harmonisierungsrechtsvorschriften der [Europäischen] Gemeinschaft über ihre Anbringung festgelegt sind“ (Europäische Union 2008, Artikel 2, Nr. 20, EU-Verordnung Nr. 765/2008).

Basierend auf den in Kapitel 3 dokumentierten und analysierten Anwendungsfällen sind die Medizinprodukte *Katheter*, *Gefäßstütze*, *Ballon-Katheter*, *Draht*, *Schleuse* und *Verschlussystem* als Spezialisierungen des Metatyps *Medizinprodukt* konzeptualisiert worden. Die jeweils spezifizierten Attribute resultieren aus den Anwendungsfällen sowie einer ergänzenden Literaturanalyse.

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie  
Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering

*Katheter* können durch ihre Form, ihre *Länge : Unit* sowie *Bogenlänge : Unit*, ihren *Außendurchmesser : Unit* und ihren *Innendurchmesser: Unit* beschrieben werden.<sup>5</sup> Die Angabe der Form erfolgt dabei anhand einer Auswahl aus einer vordefinierten Liste an Katheterformen (*Form : Katheterform*), um nur fachlich korrekte Ausprägungen zuzulassen. Dabei kann es sich um Judkins-Katheter, Amplatz-Katheter, Koronar-Bypass-Katheter, Sones-Katheter und Multipurpose-Katheter handeln (Lapp und Krakau 2014, S. 64 f.). Da in der Anwendungsdomäne fachlich zwischen Diagnostik- und Führungskathetern unterschieden wird, findet sich eine entsprechende Differenzierung im Metamodell. Da sich Diagnostik- und Führungskatheter konzeptuell jedoch nicht voneinander unterscheiden – der Hauptunterschied liegt in der medizinischen Anwendung, im unterschiedlichen Verhältnis der Ausprägungen der Attribute *Außendurchmesser* und *Innendurchmesser* zueinander, sowie in der stabileren Konstruktion der Führungskatheter und ihrer Teflonbeschichtung an der Innenseite zur Steigerung der Gleitfähigkeit für darüber eingebrachte Gefäßstützen oder Ballon-Katheter (Erbel et al. 2011, S. 415) – werden *Diagnostikkatheter* und *Führungskatheter* als Spezialisierungen des abstrakten Metatyps *Katheter* konzeptualisiert, wobei sie nicht – wie sonst üblich – durch zusätzliche Attribute erweitert werden. Constraint C02 (vgl. Abbildung 5.2) formalisiert, dass der als *Außendurchmesser* angegebene Wert größer als der als *Innendurchmesser* angegebene Wert sein muss. Die Bogenlänge eines Katheters wird in der Regel in der Maßeinheit Zentimeter angegeben. Außen- und Innendurchmesser werden in French angegeben. Ein French entspricht dabei einem Drittel Millimeter.

Der abstrakte Metatyp *Gefäßstütze* erlaubt eine umfassende Spezialisierung verschiedener Metatypen sowie die Beschreibung jeweils relevanter Eigenschaften. Die erzielbare *Expandierbarkeit : Unit* wird, ebenso wie die *Länge* der Gefäßstütze, üblicherweise in Millimeter angegeben. Der *Röntgenkontrast* einer Gefäßstütze, d. h. die Sichtbarkeit dieser auf Röntgenaufnahmen, kann in drei Stufen (gering, mittel, hoch) angegeben werden. Zusätzlich kann die *Röntgendichte : Unit* als mittlere Röntgenabschwächung im logarithmischen Maßstab angegeben werden und erlaubt so eine genauere Beschreibung der Sichtbarkeit der Gefäßstütze im Rahmen der Koronarangiographie oder später ggf. zu erstellender Computertomogramme. Das *Design* der Gefäßstütze, d. h. ihre Struktur, wird in *slotted tube* Gefäßstützen, *modulare* Gefäßstützen, *hybride* Gefäßstützen, *multizelluläre* Gefäßstützen und *helikale* Gefäßstützen, *Seitenastgefäßstützen*, *Bifurkationsgefäßstützen* und *Ostiumgefäßstützen* unterschieden. Die *Strebendicke : Unit* wird üblicherweise in Mikrometern ( $\mu\text{m}$ ) angegeben. Unter dem Begriff *Recoil* werden elastische Rückstellkräfte des dilatierten Gefäßes verstanden. Das Attribut erlaubt die Angabe, bis zu welchem in Prozent angegebenen Wert die Gefäßstütze diesen Kräften widerstehen

---

<sup>5</sup>Attribute, deren Ausprägungen in einer Maßeinheit angegeben werden können sollen, werden nicht mittels atomarer Datentypen sondern durch den komplexen Datentyp *Unit* typisiert, der von Jung (2007, S. 203 f.) entwickelt worden ist, um eine hinreichend mächtige Spezifikation von Modellierungskonzepten zu ermöglichen. Dabei kann es sich sowohl um eine absolute als auch eine relative Maßeinheit handeln, die durch den Modellierer spezifiziert werden kann und so zusätzliche Flexibilität bei der Spezifikation von Metatypen ermöglicht.

kann. Das Attribut *Formbarkeit : Unit* erlaubt anzugeben, wie stark sich eine Gefäßstütze an natürliche Strukturen des intervenierten Gefäßes (Windungen) anpassen kann. Die Angabe erfolgt üblicherweise in Newtonmillimetern (Nmm). Der durch eine Gefäßstütze verursachte *Reibungswiderstand* kann in Prozent angegeben werden und stellt insbesondere bei Interventionen stark sklerosierter Koronargefäße einen entscheidenden Erfolgsfaktor dar. Als Faustregel gilt: Je geringer der Reibungswiderstand desto besser. Das Attribut *Biegefestigkeit : Unit* erlaubt die Erfassung der Biegefestigkeit der Gefäßstütze, die in Newton angegeben wird. Sie ist Ausdruck der Anpassungsfähigkeit der Gefäßstütze an einen nicht-geraden Gefäßverlauf.<sup>6</sup>

Gefäßstützen können anhand weiterer Eigenschaften differenziert werden. Man unterscheidet biologisch resorbierbare (*Scaffold*) und biologisch nicht resorbierbare Gefäßstützen (*Stent*). Der abstrakte Metatyp *Stent* dient hierbei der Repräsentation der medizinischen Fachsprache und erlaubt darüber hinaus die weitere Differenzierung von Stents anhand ihrer Expansionsart. Sie werden in ballonexpandierbare Stents (*BallonexpandierbarerStent*) und selbstexpandierende Stents (*SelbstexpandierenderStent*) differenziert. *Scaffold*, *SelbstexpandierenderStent* und *BallonexpandierbarerStent* können zusätzlich anhand des jeweils verwendeten Materials (Attribut *material*) unterschieden werden. Ballonexpandierbare Stents werden üblicherweise aus Edelstahl (316 L), Kobaldlegierung, Platin, oder Titan hergestellt, sodass das Attribut *material* diese als Enumeration zur Auswahl bereitstellt. Selbstexpandierende Stents werden aus Nitinol hergestellt, weshalb das Attribut *material* dieses als einziges Element einer Enumeration bereitstellt. Die Nutzung einer Enumeration erscheint hier zunächst kontraintuitiv, erlaubt aber zukünftig eine einfachere Erweiterung des Metamodells, falls weitere Materialien zur Herstellung selbstexpandierender Stents eingesetzt werden. Ein *Scaffold* kann aus verschiedenen biologisch resorbierbaren Materialien bestehen, z. B. Milchsäure und Magnesium. Da hier aufgrund aktueller Forschungsaktivitäten mit dem Einsatz weiterer Materialien gerechnet werden kann, enthält die Enumeration außerdem den Eintrag „...“, um zu erwartende Erweiterungen des Metamodells auszudrücken.

Wird eine Stenose diagnostiziert, die ohne Implantation einer Gefäßstütze behoben werden kann oder die zunächst reduziert werden muss, um eine Gefäßstütze implantieren zu können, kommt ein *Ballonkatheter* zum Einsatz, um diese aufzudehnen. Hierzu wird der Ballonkatheter über einen Führungsdraht an den Ort der Stenose geführt und dort mittels zugeführter Luft expandiert, d. h. die Stenose wird dilatiert. Relevante Eigenschaften eines Ballonkatheters werden durch die Attribute *Ballondurchmesser : Unit*, *Ballonlänge : Unit* und *Ballontyp* beschrieben. Der Ballondurchmesser beschreibt dabei den maximal zu erreichenden Durchmesser nach Ballondilatation und die Ballonlänge die Länge des Ballons. Mittels des Attributs *Ballontyp* lassen sich verschiedene Typen (Non-compliant-Ballon, Semi-compliant-Ballon, Compliant-Ballon) hinsichtlich des Dilatationsverhaltens des Ballons angeben (eine ausführliche Beschreibung der

---

<sup>6</sup>Eine umfangreiche Übersicht über existierende Gefäßstützen und eine Erläuterung ihrer Eigenschaften, die der vorgestellten Konzeptualisierung zugrunde liegen, findet sich bei Lapp und Krakau (2014, S. 291 ff.); Erbel et al. (2011, S. 419-454).

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering unterschiedlichen Eigenschaften und ihrer medizinischen Implikationen findet sich bei Erbel et al. 2011, S. 416 ff.). Das Attribut *Ballonkathetersystem* erlaubt die Angabe, um welches der aktuell verfügbaren Ballonkathetersysteme (Over-the-wire-Katheter, Monorail-Ballonkatheter, Over-the-wire-Ballonkatheter, Perfusionskatheter, Cutting Balloon, Tapered Balloon) es sich handelt (eine ausführliche Beschreibung der unterschiedlichen Ballonkathetersysteme und ihrer medizinischen Implikationen findet sich bei Lapp und Krakau 2014, S. 268-269; sowie bei Erbel et al. 2011, S. 416 ff.). Alle Eigenschaften sind bei der Auswahl geeigneter Ballonkatheter hinsichtlich der patientenindividuellen Anatomie zu berücksichtigen. Da es sich bei einem *Ballonkatheter* um einen weiteren speziellen Kathetertyp handelt, wird auch dieser als Spezialisierung des abstrakten Metatyps *Katheter* konzeptualisiert.

*Katheter* und *Stent* können keine oder genau eine *Medikamentenbeschichtung* aufweisen, ein *Scaffold* ist immer mit einem Medikament beschichtet. Die Medikamentenbeschichtung ist sowohl zur Dokumentation als auch zur Abrechnung der erbrachten Leistungen relevant. Daher können sowohl der *Wirkstoff* : *string* als auch die aus dem Wirkstoff resultierende *Abrechnungsziffer* : *string* im Modell erfasst werden. Obwohl basierend auf der medizinischen Fachsprache der Attributname *Abrechnungsziffer* verwendet wird, der sich auch im täglichen Sprachgebrauch der Domäne wiederfindet, ist als Datentyp *string* gewählt worden, da die *Abrechnungsziffer* genau genommen weder eine Ziffer noch eine Zahl darstellt. Stattdessen handelt es sich um eine Kombination aus Ziffern, Buchstaben, Viertelgeviertstrichen und Punkten, z. B. in der Form „8-83b.02“ für die Medikamentenbeschichtung eines Stents mit dem Wirkstoff Everolimus. Anhand des Wirkstoffes kann jeweils eine eindeutige *Abrechnungsziffer* zugewiesen werden. Hinsichtlich der angestrebten zeitlichen Invarianz konzeptueller Modelle sei darauf hingewiesen, dass sich *Abrechnungsziffern* maximal einmal jährlich ändern. Dies erscheint angesichts des potenziell zu erzielenden Mehrwertes aus der Erfassung im Modell als noch hinreichend langer Zeitraum.

Um die vorgenannten Medizinprodukte (*Katheter* und *Gefäßstütze*) in den Körper des Patienten einbringen zu können, muss zunächst ein Gefäßzugang gelegt werden. Dies geschieht mittels einer *Schleuse*, die durch ihren *Außendurchmesser*, *Innendurchmesser* und ihre *Länge* beschrieben werden kann. Constraint C04 (vgl. Abbildung 5.2) stellt – analog zu Constraint C02 für das Konzept *Katheter* – sicher, dass der angegebene Außendurchmesser des Schleusentyps größer als der angegebene Innendurchmesser ist. Während Außen- und Innendurchmesser in French angegeben werden, wird die Länge in Zentimetern angegeben. Schleusen sind üblicherweise in den Größen von vier bis 12 French sowie mit einer Standardlänge von 12 Zentimetern verfügbar (Lapp und Krakau 2014, S. 49). Zusätzlich erlauben die intrinsischen Attribute *Zugang (Gefäßart)* : [arteriell, venös] und *Zugang (Punktionsort)* : *Punktionsort* die Angabe patientenindividuell dokumentationsrelevanter Informationen. Arterielle oder venöse Punktionsstellen werden in Abhängigkeit der geplanten Untersuchung bzw. Intervention gewählt. Die Auswahl des zu punktierenden Gefäßes erfolgt darüber hinaus unter Berücksichtigung patientenspezifischer

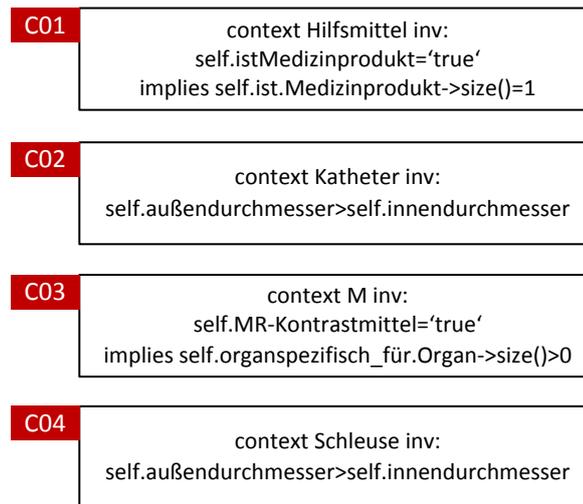


Abbildung 5.2: Ergänzende Constraints zum Metamodellausschnitt in Abbildung 5.1 (Constraint C01 wird außerdem in Abbildung 5.3 wiederverwendet)

scher Bedürfnisse bzw. Charakteristika wie z. B. Begleiterkrankungen oder morphologischer Besonderheiten. Beispiele arterieller Punktionsorte sind die *Arteria femoralis* (in der Leiste), die *Arteria radialis* und die *Arteria brachialis* (beide können sowohl am Handgelenk als auch in der Ellenbeuge punktiert werden). Beispiele venöser Punktionsorte sind die *Vena femoralis* (in der Leiste) und die *Vena jugularis* (im Halsbereich) (Lapp und Krakau 2014, S. 49-54).<sup>7</sup>

Im Rahmen der Koronarangiographie und -intervention kommen Seldingerdrähte (*Seldingerdraht*) und Führungsdrähte (*Führungsdraht*) zum Einsatz. Die gemeinsamen Eigenschaften werden im abstrakten Metatyp *Draht* konzeptualisiert und erlauben die Beschreibung der *Länge* und *Dicke* des Drahtes. Während die Länge in Zentimetern angegeben wird, wird die Dicke in Inch (Zoll<sup>8</sup>) angegeben. Die Dicke von Führungsdrähten beträgt in der Regel zwischen 0,010 und 0,018 Zoll (Erbel et al. 2011, S. 414). Ein *Führungsdraht* kann zusätzlich durch seinen *Flexibilitätsgrad* beschrieben werden, der als "Floppy" (Draht mit weicher, atraumatischer Spitze), "Intermediate" (Draht mit festerer Spitze als "Floppy" und infolge dessen einer besseren Steuerbarkeit) und "Stiff Wire" (Draht mit fester, traumarisierender Spitze und guter Steuerbarkeit) angegeben werden kann (Lapp und Krakau 2014, S. 270-271; Erbel et al. 2011, S. 414).

Nach Durchführung der Koronarangiographie bzw. -intervention muss die Punktionsstelle verschlossen werden. Hierzu kann entweder ein Druckverband angelegt oder ein *Verschlussssystem* eingesetzt werden. Es können drei Arten von Verschlussystemen unterschieden werden, die als Spezialisierung des abstrakten Metatyps *Verschlussystem* konzeptualisiert werden: *Kollagen-Verschlussystem*, *Nahtverschlussystem* und *Clip-System* (Lapp und Krakau 2014, S. 56-

<sup>7</sup> Ausführlichere Informationen zu arteriellen und venösen Punktionen finden sich außerdem z. B. bei Erbel et al. (2011, S. 61-72).

<sup>8</sup> 1 Zoll entspricht 2,54 Zentimetern.

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering 60; Erbel et al. 2011, S. 76-90). Für jedes Verschlusssystem kann angegeben werden, für welchen Zugang (*Punktionsort*) es geeignet ist. Darüber hinaus kann angegeben werden, bis zu welcher Punktionsgröße es geeignet ist (*geeignetBisPunktionsgröße : Unit*). Aktuell werden u. a. folgende Verschlusssysteme eingesetzt (Lapp und Krakau 2014, S. 57-59; Erbel et al. 2011, S. 73-90):<sup>9</sup>

- *Kollagen-Verschlusssystem*: Angio-Seal-System, Duett-System
- *Nahtverschlusssystem*: Perclose-System, Prostar-System
- *Clip-System*: Starclose-System

Während der diagnostischen und therapeutischen Intervention werden laufend Filmsequenzen von Röntgenaufnahmen erstellt. Zur besseren Darstellung der Morphologie des Patienten wird bedarfsorientiert Kontrastmittel appliziert. Um dies abbilden zu können, ist zunächst der abstrakte Metatyp *Kontrastmittel* als Spezialisierung des Metatyps *Arzneimittel* erstellt worden, da Kontrastmittel in der Bundesrepublik Deutschland als Arzneimittel eingeordnet werden (§2 Abs. 1, Nr. 2 AMG, Bundesministerium der Justiz 2014a). Dies widerspricht jedoch der Auffassung der Europäischen Union gem. Richtlinie 93/42/EWG, nach der Kontrastmittel als Medizinprodukt gelten. Vor diesem Hintergrund ist zu entscheiden gewesen, ob Kontrastmittel als Spezialisierung des Konzepts *Arzneimittel* oder des Konzepts *Medizinprodukt* konzeptualisiert werden soll. Aufgrund des zunächst prospektiven Anwendungsgebietes der Modellierungskonzepte in der Bundesrepublik Deutschland ist die Spezialisierung des Konzeptes *Kontrastmittel* aus dem Konzept *Arzneimittel* vorgenommen worden, um damit geltendem Recht und dem allgemeinen Verständnis innerhalb der Anwendungsdomäne zu entsprechen. Unabhängig davon stellt diese Entscheidung eine interessante Herausforderung dar, sobald das Anwendungsgebiet des Konzeptes *Kontrastmittel* auf die Europäische Union oder Länder mit anderer rechtlicher/fachlicher Einordnung von Kontrastmitteln ausgeweitet wird. Ein möglicher Ansatz zur Adressierung dieser Herausforderung könnte in Anlehnung an landesspezifische Anpassung von Informationssystemen, z. B. hinsichtlich unterschiedlicher Mehrwertsteuersätze in ERP-Systemen, liegen und die Erstellung und Pflege von landesspezifischen Metamodellvarianten nach sich ziehen, womit ein weiteres Themengebiet der konzeptuellen Modellierung adressiert würde.

Kontrastmittel kommt in verschiedenen bildgebenden Verfahren zum Einsatz. Man unterscheidet daher aufgrund der unterschiedlichen Einsatzbereiche *Röntgenkontrastmittel*, *Ultraschallkontrastmittel* und *MR-Kontrastmittel* (Reith 2011). Röntgenkontrastmittel können bei jedem mit Röntgenstrahlen arbeitenden bildgebenden Verfahren zur Anwendung kommen. MR-Kontrastmittel kann im Rahmen der Durchführung einer Magnetresonanztomographie (MRT) eingesetzt werden und Ultraschallkontrastmittel bei sonographischen Untersuchungen.

Da alle Kontrastmittel, unabhängig ihres konkreten Einsatzbereichs, eine Reihe gemeinsamer Eigenschaften aufweisen (Lapp und Krakau 2014, S. 42 f.; Hamm et al. 2008, S. 482; Reith

---

<sup>9</sup>Eine ausführliche Übersicht findet sich bei Erbel et al. (2011, S. 89-90).

2011), werden diese als Attribute des abstrakten Metatyps *Kontrastmittel* spezifiziert, aus dem die Metatypen *Röntgenkontrastmittel*, *Ultraschallkontrastmittel* und *MR-Kontrastmittel* spezialisiert werden. Das Attribut *Ionisch* : *bool* erlaubt die Angabe, ob ein Kontrastmittel ionisch (= true) oder nicht-ionisch (= false) ist. Die Unterscheidung des Osmolalitätsgrades erlaubt das Attribut *Osmolalitätsgrad* mittels einer Enumeration, die die Ausprägungen hochosmolar und niedersomolar zulässt. Die chemisch-strukturelle Unterscheidung monomerer und dimerer Kontrastmittel erlaubt das Attribut *Struktur*. Der zur Bestimmung der Röntgendichtigkeit wichtige *Jodgehalt* eines Kontrastmittels wird üblicherweise in Milligramm pro Milliliter (mg/ml) angegeben (Hamm et al. 2008, S. 482). Der *Viskositätsgrad* wird heute in der Maßeinheit cP/mPa\*s angegeben und ist identisch mit der früher gebräuchlichen Einheit Centipoise (CPs).

Während *Ultraschallkontrastmittel* über keine weiteren Eigenschaften verfügt, unterscheidet man *Röntgenkontrastmittel* hinsichtlich ihrer Absorbtionseigenschaften in röntgenpositive, d. h. stärker als das umliegende Gewebe absorbierende, und röntgennegative, d. h. schwächer als das umliegende Gewebe Röntgenstrahlen absorbierende Kontrastmittel (Reith 2011, S. 56). Eine entsprechende Differenzierung kann durch das Attribut *Absorbtion* ausgedrückt werden. *MR-Kontrastmittel* können organspezifisch oder nicht-organspezifisch sein (Reith 2011, S. 57). Diese Differenzierung lässt sich durch das Attribut *Organspezifität* : *bool* ausdrücken. Um das/die Organ(e) spezifizieren zu können zu dem/den das/die MR-Kontrastmittel organspezifisch ist/sind, wird das Konzept *Organ* eingeführt. Constraint C03 (vgl. Abbildung 5.2) drückt aus, dass die Assoziation „organspezifisch für“ nur dann initialisiert werden kann, wenn das Attribut *Organspezifität* die Ausprägung „true“ angenommen hat.

Abbildung 5.3 zeigt den ebenfalls mit der MEMO Meta Modelling Language (Frank 2011c) erstellten Metamodellausschnitt zur Erweiterung der MEMO ResML um Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen mit Blick auf Anforderung 2. Obgleich diese zunächst nur die Konzeptualisierung von Herzschrittmacher und Sonde fordert, sind aufgrund ihrer konzeptuellen und indikationsspezifischen Ähnlichkeit auch Defibrillatoren konzeptualisiert worden. Entsprechend gelten die Ausführungen zur Visualisierung von Abbildung 5.3 hier analog. Die bezüglich Anforderung 2 relevante Erweiterung der MEMO ResML – sowie im Vergleich zu Abbildung 5.1 – stellen die Konzepte *Kardiales-Implantat*, dessen Spezialisierungen *Herzschrittmacher* und *Defibrillator* sowie deren Spezialisierungen, und *Sonde* sowie dessen Spezialisierungen *Herzschrittmacher-Sonde* und *Defibrillator-Sonde* dar.

Das Konzept *Kardiales-Implantat* bildet eine Abstraktion über *Herzschrittmacher* und *Defibrillator* und spezifiziert die gemeinsamen Eigenschaften der beiden Metatypen. Zu jedem kardialen Implantat können Volumen (*volumen* : *Unit*), Gewicht (*gewicht* : *Unit*) und Maße (*breite* : *Unit*, *höhe* : *Unit* und *tiefe* : *Unit*) erfasst werden. Darüber hinaus können funktionale Eigenschaften wie die Batteriekapazität (*batteriekapazität* : *Unit*) des Implantates, sein interner Stromverbrauch

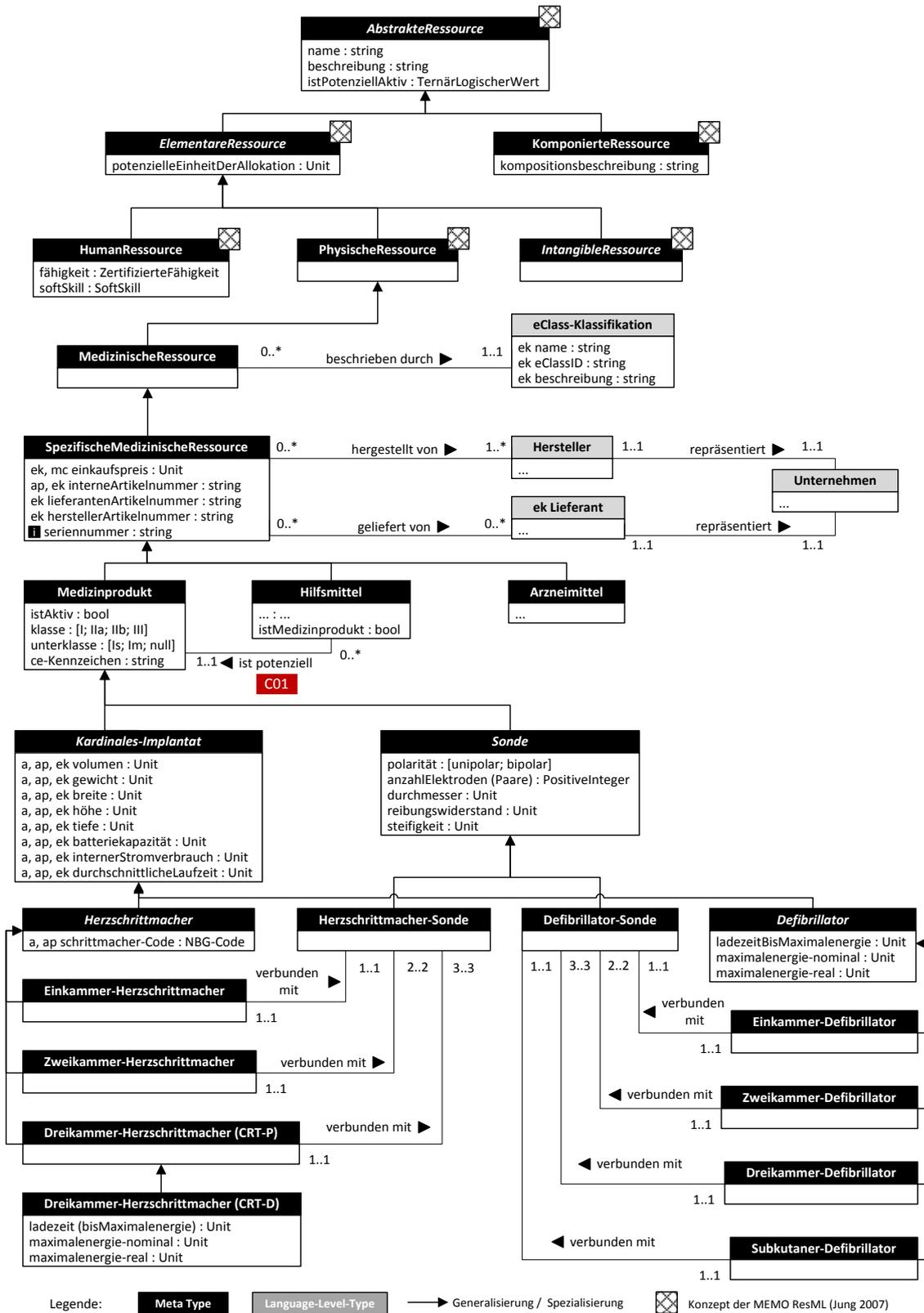


Abbildung 5.3: Metamodellausschnitt: Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Kontext der Herzschrittmacherimplantation

Tabelle 5.2: Revidierter NBG-Code zur Beschreibung von Herzschrittmachern (Bernstein et al. 2002, S. 261)

Position:	I	II	III	IV	V
Category:	Chamber(s) paced	Chamber(s) sensed	Response to sensing	Rate modulation	Multiple pacing
	O = None A = Atrium V = Ventricle D = Dual (A + V)	O = None A = Atrium V = Ventricle D = Dual (A + V)	O = None T = Triggered I = Inhibited D = Dual (T + I)	O = None R = Rate modulation	O = None A = Atrium V = Ventricle D = Dual (A + V)
Manufacturer's designation only:	Single (A or V)	Single (A or V)			

(*internerStromverbrauch : Unit*) und die zu erwartende durchschnittliche Laufzeit (*durchschnittlicheLaufzeit : Unit*) erfasst werden.

Herzschrittmacher werden eingesetzt, um bradykarde Herzfrequenzen, d. h. einen regelmäßig zu langsamen Herzschlag, zu therapieren. Der abstrakte Metatyp *Herzschrittmacher* liefert eine Abstraktion über die je nach medizinischer Indikation einsetzbaren und unterscheidbaren Herzschrittmacher und stellt das Attribut *Schrittmachercode : NBG-Code* bereit, das erlaubt einen eindeutigen drei- bis fünfstelligen Code zur Charakterisierung eines Herzschrittmachertyps anhand seiner therapeutischen Möglichkeiten (in Abhängigkeit der nachfolgend eingeführten Spezialisierungen) zu erfassen. Tabelle 5.2 zeigt eine Übersicht der möglichen Ausprägungen der einzelnen Bestandteile des revidierten NBG-Codes. Obwohl in der Praxis nur noch VVI-Herzschrittmacher oder DDD-Herzschrittmacher implantiert werden (Markewitz 2014, S. 3), erscheint es sinnvoll, weiterhin alle möglichen Codes erfassen zu können, anstatt eine entsprechende Konzeptualisierung, die ausschließlich zwischen VVI- und DDD-Herzschrittmacher differenziert, um a) auch in der Vergangenheit implantierte Herzschrittmacher modellieren zu können und b) eine größere Flexibilität hinsichtlich der Berücksichtigung zukünftiger technischer Entwicklungen im vorgelegten Metamodellausschnitt zu erzielen. Eine ausführliche Beschreibung aller unterschiedlichen Herzschrittmacher-Typen mit Blick auf den zugrunde liegenden NBG-Code findet sich bei Larsen (2012, S. 344 f.).

In der Kardiologie werden *Einkammer-Herzschrittmacher*, *Zweikammer-Herzschrittmacher* und *Dreikammer-Herzschrittmacher (CRT-P)* unterschieden. Diese sind darauf gerichtet, je nach medizinischer Indikation, unterschiedliche Arten der Stimulation des Herzens zu generieren, um die gegebene Symptomatik adäquat zu therapieren. Dreikammer-Herzschrittmacher kommen im Rahmen einer kardialen Resynchronisationstherapie (engl. cardiac resynchronisation therapy, CRT) zum Einsatz und zielen darauf, die Herzaktivität zu synchronisieren und gleichzeitig einen bradykarden Herzrhythmus zu regulieren. Die Kombination aus kardialer Resynchronisation und Herzschrittmachereigenschaft spiegelt sich in der Abkürzung „CRT-P“ mit P für „Pacemaker“ wider. Sofern Patienten mit dieser Symptomatik zusätzlich der Gefahr eines

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering

plötzlichen Herzstillstandes ausgesetzt sind, kann die Therapie mittels eines Dreikammer-Herzschrittmachers, der zusätzlich die Eigenschaften eines Defibrillators aufweist, erfolgen. Die Kombination aus kardialer Resynchronisation und Herzschrittmachereigenschaft spiegelt sich in der Abkürzung „CRT-D“ mit D für „Defibrillator“ wider. Das Konzept *Dreikammer-Herzschrittmacher (CRT-D)* stellt eine Erweiterung des Konzepts *Dreikammer-Herzschrittmacher (CRT-D)* dar, das erlaubt, Dreikammer-Herzschrittmacher zu modellieren, die zusätzlich über einen eingebauten Defibrillator verfügen. Dabei handelt es sich um die Attribute *ladezeitBisMaximalenergie : Unit*, *maximalenergie-nominal : Unit* und *maximalenergie-real : Unit*. Die Ladezeit bis zum Erreichen der Maximalenergie zur Ausführung einer Defibrillation wird üblicherweise in Sekunden angegeben, die nominale und reale Maximalenergie wird in Joule angegeben. Die Unterscheidung zwischen nominaler und realer Maximalenergie ist insofern wichtig, als dass die nominal freisetzbare Maximalenergie noch durch Widerstände, reduziert wird, sodass zur Ausführung der Defibrillation nur noch die reale Maximalenergie zur Verfügung steht. Entsprechend weist das Konzept zusätzlich die Attribute des Konzeptes *Defibrillator* auf. Diese konzeptuelle Redundanz resultiert aus der fehlenden Möglichkeit der Mehrfachvererbung in der MEMO MML (siehe oben).

Zur Detektion der Herzaktivität werden in Abhängigkeit der Anzahl zu stimulierender Herzkammern (vgl. Einkammer-, Zweikammer- und Dreikammer-Herzschrittmacher) entsprechend viele Schrittmacher-Sonden implantiert. Dies wird im Metamodell durch die entsprechenden Kardinalitäten an den Assoziationen zwischen den Konzepten *Einkammer-Herzschrittmacher*, *Zweikammer-Herzschrittmacher* und *Dreikammer-Herzschrittmacher (CRT-P)* und *Schrittmacher-Sonde* (1..1 bzw. 2..2 bzw. 3..3) ausgedrückt. Das Konzept *Schrittmacher-Sonde* stellt eine Spezialisierung des abstrakten Metatyps *Sonde* dar, der eine gemeinsame Abstraktion über *Schrittmacher-Sonde* und *Defibrillator-Sonde* darstellt. Schrittmacher- und Defibrillator-Sonden unterscheiden sich nicht hinsichtlich der hier konzeptualisierten Eigenschaften, jedoch hinsichtlich ihrer medizinischen Funktionalität bzw. des Anwendungskontextes (gemeinsam mit einem Herzschrittmacher bzw. einem Defibrillator) sowie ihres technischen Aufbaus, der jedoch im Rahmen der vorgestellten Anwendungsfälle nicht relevant zu sein scheint, sodass auf entsprechende Konzeptualisierungen verzichtet wird.

Der abstrakte Metatyp *Sonde* spezifiziert die Attribute *polarität : Unit*, *durchmesser : Unit*, *reibungswiderstand : Unit*, *steifigkeit : Unit* und *anzahlElektroden(paare) : PositiveInteger*. Das Attribut *polarität* erlaubt die Angabe, ob eine Sonde unipolar oder bipolar ist. Eine unipolare Sonde enthält nur einen Pol, der zweite Pol wird durch das kardiale Implantat selbst gebildet, sodass die Detektion bzw. der Stromfluss zwischen diesen beiden Polen stattfindet. Eine bipolare Sonde hingegen enthält sowohl einen positiven als auch einen negativen Pol. Der *durchmesser : Unit* wird in French angegeben. Der *reibungswiderstand : Unit* wird üblicherweise in Prozent angegeben (vgl. hierzu auch die Ausführungen zum Konzept *Katheter*). Die *biegefestigkeit : Unit* wird üblicherweise in Newton angegeben. Das Attribut *anzahlDerElektroden(paare) : PositiveInteger*

## 5 Entwurf von Konzepten zur Ressourcenmodellierung

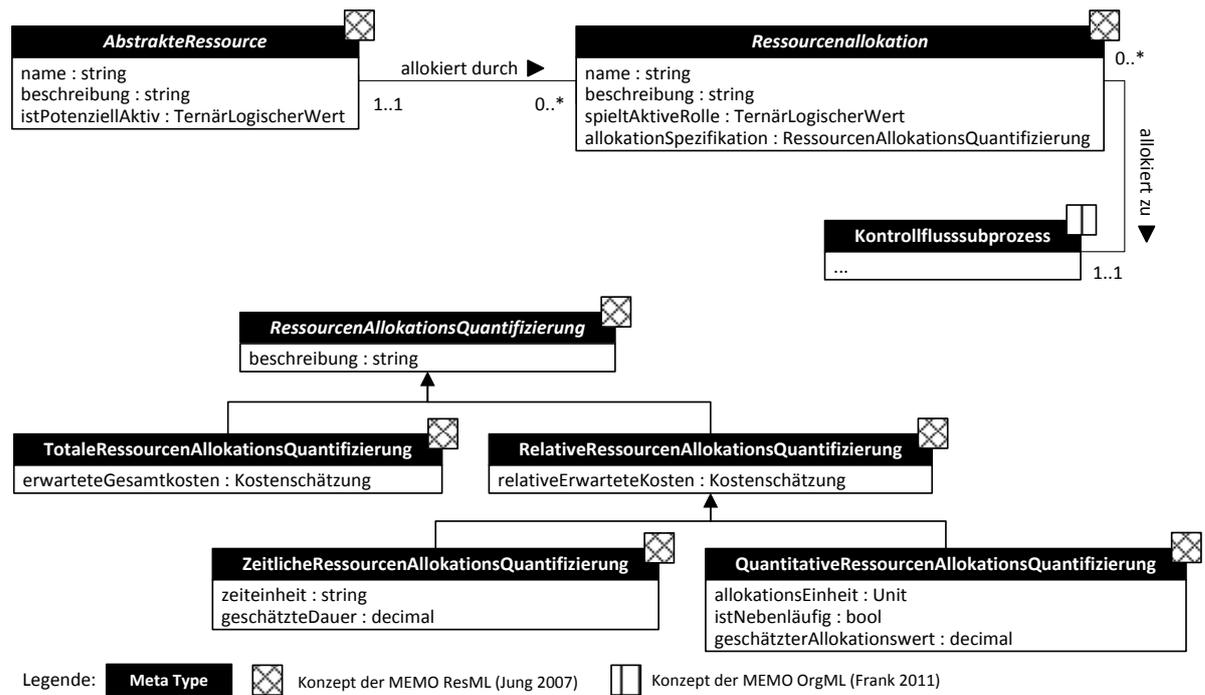


Abbildung 5.4: Metamodellauszug: Konzepte zur Ressourcenallokation zu Prozesstypen inkl. Hilfskonzepten (wiederverwendet und übersetzt nach Jung 2007, S. 201)

erlaubt die Angabe, wie viele Elektroden(paare) eine unipolare (bipolare) Sonde enthält. Die Interpretation des Attributes erfolgt in Abhängigkeit der angegebenen Polarität der beschriebenen Sonde. Die Spezialisierung des Konzepts *Sonde* in die Konzepte *Schrittmacher-Sonde* und *Defibrillator-Sonde* resultiert aus der domänenspezifisch unterschiedlichen Verwendung in Kombination mit Herzschrittmachern bzw. Defibrillatoren sowie spezifischen, technischen Unterschieden, von denen hier abstrahiert wird (siehe oben).

Zur Adressierung der Anforderung 4 wird auf das von Jung (2007, S. 200 ff.) spezifizierte Konzept *Ressourcenallokation* zurückgegriffen, das die Allokation beliebig vieler Ressourcentypen zu einem Prozesstyp erlaubt. Abbildung 5.4 zeigt den mit der MEMO MML rekonstruierten und aus dem Englischen übersetzten Metamodellausschnitt. Das komplexe Attribut *spieltAktiveRolle : TernärLogischerWert* erlaubt anzugeben, ob der allokierte Ressourcentyp aktiv im Prozesstyp agiert, passiv genutzt wird oder die Angabe nicht möglich ist (true, false, undefined in der Spezifikation von Jung 2007, S. 201). Das komplexe Attribut *allokationsSpezifikation : RessourcenAllokationsQuantifizierung* erlaubt die Auswahl der gewünschten Ausprägung der Ressourcenallokation in Form einer Kostenzuordnung, einer zeitlichen Inanspruchnahme, einer mengenäßigen Inanspruchnahme, sowie einer Kostenschätzung (für eine ausführliche Darstellung siehe Jung 2007, S. 200-205). Das Konzept *Kontrollflussprozess* entstammt dem Metamodell der MEMO Organisation Modelling Language (OrgML, Frank 2011a) und stellt das Basiskonzept zur Modellierung von Prozesstypen in Geschäftsprozessmodellen dar. Es bildet gleichzeitig den Ausgangspunkt der Spezifikation einer domänenspezifischen Spra-

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering  
che zur Modellierung klinischer Behandlungspfade, die als Bestandteil einer Methode zur Multiperspektivischen Krankenhausmodellierung (Heß 2012; Heß 2013a) entwickelt wird.

Insgesamt ergibt sich aus einer domänen-spezifischen Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen und in der Folge ihrer Berücksichtigung in Modellen klinischer Behandlungspfade das Potenzial zielgerichteter Analysen der medizinischen Leistungserbringung sowie supportiver Tätigkeiten, wie sie im Rahmen der Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse vorgestellt worden sind (siehe Kapitel 3).

Basierend auf diesen Analysen können ggf. identifizierte Reorganisationsmaßnahmen zur Unterstützung der medizinischen Leistungserbringung sowie Vereinfachungen bzw. Entlastungen von administrativen Tätigkeiten, wie z. B. der medizinischen Dokumentation oder Aufgaben im Kontext der Materialwirtschaft, initiiert werden. Darüber hinaus können die entworfenen Konzepte möglicherweise auch bei der Identifikation sinnvoller Anpassungsmöglichkeiten der eingesetzten Informationssysteme (KIS, ERP-System) unterstützen.

### 5.3 Exemplarische Anwendung ausgewählter entworfenener Ressourcentypen

Abbildung 5.5 zeigt eine exemplarische Anwendung der entwickelten Sprachkonzepte am Beispiel des Prozessschrittes *PTCA durchführen* aus Abbildung 3.5. Der visualisierte Prozess-typ entstammt einer in der Entwicklung befindlichen Erweiterung der MEMO Organisation Modelling Language zur Modellierung medizinischer Prozesse als Bestandteil einer Methode zur multiperspektivischen Krankenhausmodellierung (Heß 2012; Heß 2013a; Heß et al. 2014). Im unteren Teil der Abbildung wird unter a) der Ressourceneinsatz einer exemplarischen PTCA dargestellt: Es kommt ein Führungskatheter Judkins right, 6 FR, 4 zum Einsatz, dessen Innendurchmesser 0,054 Zoll beträgt. Der Einkaufspreis des Katheters wird mit 65,00 EUR angenommen. Gegenüber den im Metamodell spezifizierten Attributen werden nur die für die medizinische Dokumentation sowie zur Unterstützung einer Wirtschaftlichkeitsanalyse (des Patientenfalls) relevanten Attribute verwendet, sodass a) eine Kombination medizinisch und ökonomisch relevanter Informationen darstellt. Unter b) werden im Bereich „PTCA durchführen“ dokumentations- und abrechnungsrelevante Informationen dargestellt: Neben einem Führungskatheter sind zwei Stents implantiert worden, sodass anschließend anzugeben ist, wie viele Gefäße interveniert worden sind, da dies Einfluss auf die Abrechnung der erbrachten medizinischen Leistung hat. Im vorliegenden Beispiel wird davon ausgegangen, dass je ein Stent in einem Gefäß implantiert worden ist. Hieraus ergeben sich die anschließend aufgeführten Abrechnungsziffern: 8-837.01 für eine Mehrgefäß-PTCA, 8-837.m2 für die Implantation zweier Drug Eluting Stents in insgesamt zwei Gefäße – d. h. ein Stent pro Gefäß – sowie die aus der Allokation zweier Drug Eluting Stents resultierende Abrechnungsziffer 8-83b.02.

Abschließend werden die Materialkosten des Führungskatheters sowie der zwei implantierten Stents summiert und mit 871,00 EUR angegeben.

Werden alle erbrachten medizinischen Leistungen eines Patientenfalls von der Aufnahme bis zur Entlassung entsprechend dokumentiert, kann eine Wirtschaftlichkeitsanalyse des Patientenfalls vorgenommen werden. Dies wird durch den Bereich „Fall“ angedeutet. Da in der durchgeführten Untersuchung jedoch kein vollständiger Patientenfall dokumentiert und analysiert worden ist, kann entsprechend auch keine Wirtschaftlichkeitsanalyse vorgenommen werden. Auf im Kontext des Anwendungsfalls fehlende Informationen ist bereits in Abschnitt 3.2.3 eingegangen worden.

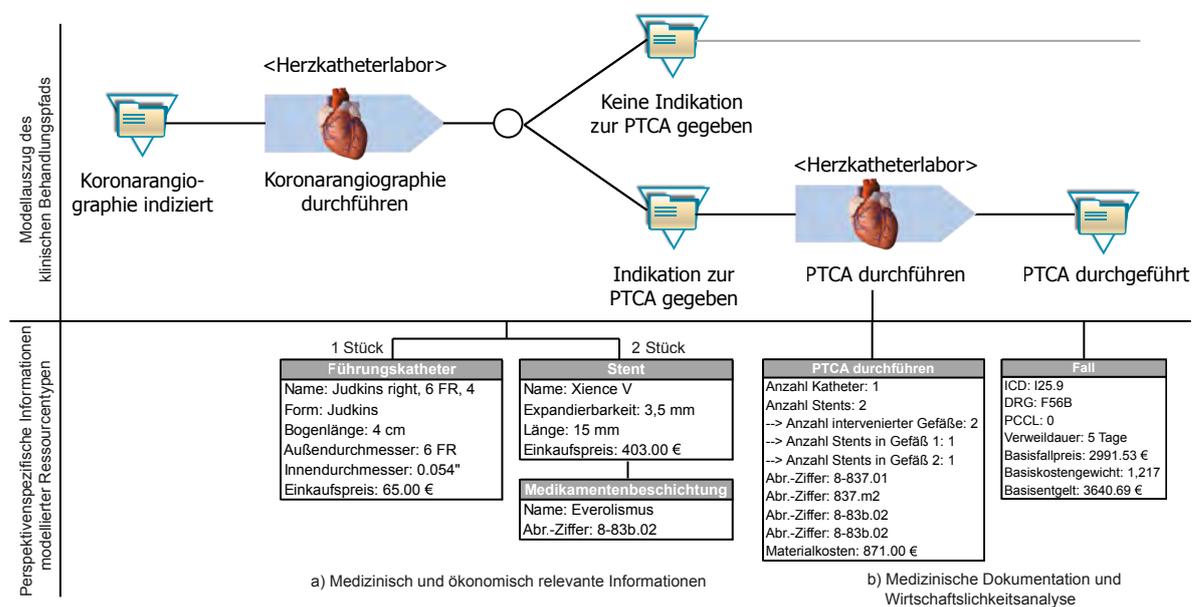


Abbildung 5.5: Exemplarische Anwendung ausgewählter Modellierungskonzepte: Ressourceneinsatz im Rahmen einer PTCA

Entsprechend angereicherte Modelle klinischer Pfade können sowohl zur Unterstützung einer pfadorientierten Dokumentation erbrachter medizinischer Leistungen einschließlich dazu eingesetzter Ressourcen genutzt werden, wenn Pfadmodelle als Grundlage prozessorientierter Krankenhausinformationssysteme genutzt werden. Hierzu bedarf es der Instanziierung und Adaption der Pfadmodelle an die patientenindividuelle medizinische Leistungserbringung und der entsprechenden Dokumentation des entstandenen Ressourceneinsatzes. Auf Basis dieser instanzbasierten Dokumentation können die einleitend motivierten Analysefragestellungen durch Auswertung aller patientenindividuell angefallenen Informationen, z. B. zum Ressourceneinsatz und in der Folge zum aktuellen Lagerbestand beantwortet werden. Ebenso kann dadurch medizinisches Personal von administrativen Tätigkeiten entlastet werden.

## 5.4 Evaluation der resultierenden Konzepte

Tabelle 5.3 fasst die Ergebnisse der Evaluation der vorgestellten Konzeptualisierungen anhand der in Abschnitt 5.1 formulierten Anforderungen zusammen. Die Anforderungen A1 und A2 können als erfüllt angesehen werden, da alle initial identifizierten Ressourcentypen durch Anwendung des Metamodells modelliert werden können. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die MEMO ResML zunächst um generische Abstraktionen (*MedizinischeRessource*, *SpezifischeMedizinischeRessource*) erweitert worden, um anschließend die für das Gesundheitswesen typische Differenzierung von Medizinprodukten, Hilfsmitteln und Arzneimitteln konzeptualisieren zu können. Anschließend sind diese im Metamodell um Spezialisierungen erweitert worden, um die initial identifizierten physischen medizinischen Ressourcentypen zu konzeptualisieren. Die Ergebnisse der Konzeptualisierung sind mit Domänenexperten diskutiert, evaluiert und iterativ revidiert worden, bis ein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt worden ist. Jedoch besteht hier – auch mit Blick auf die untersuchten Anwendungsfälle – kein Anspruch auf Vollständigkeit. So ist im Rahmen der Koronarangiographie und PTCA z. B. das Set an Standardmaterialien nicht näher in der Konzeptualisierung berücksichtigt worden, da sie aus ökonomischer Sicht als vernachlässigbar beschrieben worden sind. Aufgrund der Fokussierung auf Implantate im Rahmen der Herzschrittmacherimplantation sind z. B. OP-Siebe nicht berücksichtigt worden. Beide Lücken stellen Potenzial für weitere Forschungsarbeiten dar. Die Konzeptualisierung von Arzneimitteln ist ebenfalls nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung gewesen. Vielmehr ist das Konzept *Arzneimittel* zunächst aufgrund des vergleichsweise hohen Abstraktionsgrades berücksichtigt worden und anschließend ausschließlich mit Blick auf *Kontrastmittel* spezialisiert worden. Für zukünftige Forschungsarbeiten erscheint auch hier eine umfassende, differenzierte Betrachtung und Konzeptualisierung von Arzneimitteln, z. B. unter Rückgriff auf die Anatomisch-therapeutisch-chemische Klassifikation mit Tagesdosen (ATC/DDD) (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) 2013) oder die Rote Liste (Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie 2014), ein umfassendes Verzeichnis aller in Deutschland verfügbaren Arzneimittel, sinnvoll.

Die im Rahmen der untersuchten Anwendungsfälle identifizierten professionellen Perspektiven (Anforderung A3) sind dokumentiert und im Rahmen der Konzeptualisierung verwendet worden, um perspektivenspezifisch relevante Attribute/Konzepte zu kennzeichnen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass weitere, umfassendere Analysen von Krankenhäusern zu einer Identifikation weiterer professioneller Perspektiven führen wird. Darüber hinaus erscheint es auch sinnvoll, andere Mechanismen zur Kennzeichnung perspektivenspezifisch

Tabelle 5.3: *Evaluation der entworfenen Konzepte anhand der zuvor formulierten Anforderungen*

	Anforderung 1	Anforderung 2	Anforderung 3	Anforderung 4
Erfüllungsgrad	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt

relevanter Attribute/Konzepte zu entwickeln, um bspw. dem hohen Aufwand der im vorliegenden Forschungsbericht vorgenommenen textuellen Kennzeichnung auf Attributebene entgegenzuwirken. Stattdessen wäre eine redundanzärmere und weniger wartungsintensive Vorgehensweise wünschenswert.

Zur Adressierung der Anforderung A4, der Möglichkeit zur Allokation von Ressourcentypen zu Prozesstypen ist auf die Arbeit von Jung (2007) zurückgegriffen worden, der entsprechende Konzepte in der MEMO ResML spezifiziert hat, um Ressourcentypen zu Prozesstypen allokierten zu können.

## 6 Fazit und Ausblick

Der vorliegende Forschungsbericht fasst die Ergebnisse der im Herzkatheterlabor und kardiologischen OP der Klinik für Kardiologie und Angiologie des Elisabeth-Krankenhauses Essen im Projekt *Hospital Engineering – Innovationspfade für das Krankenhaus der Zukunft* durchgeführten Prozessdokumentationen und Informationsbedarfsanalysen zusammen und präsentiert darauf basierend entwickelte Konzepte zur Modellierung medizinischer Ressourcentypen, die im Kontext der Modellierung klinischer Pfade bzw. der Multiperspektivischen Krankenhausmodellierung (Heß 2012; Heß 2013a; Heß et al. 2014) eingesetzt werden können. Hier versprechen sie unter anderem einen Beitrag zur Steigerung der Transparenz über die medizinische Leistungserbringung sowie zugehörige administrative Prozesse leisten zu können und vielfältige Analyseszenarien sowie darauf aufbauend zielgerichtete Anpassungen des Handlungssystems und der eingesetzten Informationssysteme in Krankenhäusern unterstützen zu können.

Rückblickend hat sich gezeigt, dass Ergebnisse der Prozessdokumentation und Informationsbedarfsanalyse auch als krankenhausesinterne Diskussionsgrundlage genutzt worden sind, um etablierte Verfahrensweisen kritisch zu hinterfragen und ggf. sinnvolle Veränderungen vorzunehmen. Außerdem sind die resultierenden Modelle geeignet gewesen, die Kommunikation verschiedener Berufsgruppen durch die Bereitstellung zielgerichteter Modelle zu unterstützen.

Mit Blick auf die in Abschnitt 5.4 identifizierten Limitationen ergeben sich gleichzeitig zentrale zukünftige Forschungsmöglichkeiten. Die Fokussierung der vorgestellten Anwendungsfälle hat zu einer entsprechend fokussierten Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen geführt. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten daher auf eine umfassende, anwendungsfall-unabhängige Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen zielen. Hierzu erscheint es sinnvoll, auch auf in der medizinischen Praxis oder in unterstützenden administrativen Prozessen eingesetzte existierende Kategorisierungssysteme zurückzugreifen, die, z. B. mit Blick auf Logistikprozesse, Ressourcentypen und kontextspezifisch relevante Eigenschaften, bereits strukturiert/systematisiert bereitstellen können. Ein analoges Vorgehen könnte zur Konzeptualisierung von Arzneimitteln erfolgen. Auch eine differenzierte Konzeptualisierung von in medizinischen Prozessen benötigten Qualifikation sowie ergänzend dazu eine differenzierte Konzeptualisierung medizinischer Personaltypen/Berufsgruppen (in der Sprache der Produktionstheorie auch als Humanressource bezeichnet) einschließlich Konzepten zur Modellierung spezifischer Qualifikationen, um eine Zuordnung/Analyse benötigter und verfügbarer Qualifi-

kation(en) in Modellen klinischer Pfadtypen und medizinischer Ressourcentypen vornehmen zu können, erscheint sinnvoll.

Darüber hinaus sollten zu den entwickelten/zukünftig zu entwickelnden Konzepten korrespondierende domänenspezifische grafische Notationselemente entworfen werden. Hierzu empfiehlt (Frank 2013a, S. 150-154) ein iteratives Vorgehen sowie die Einbeziehung eines professionellen Grafikdesigners, um für Domänenexperten intuitiv verständliche und anschauliche Notationselemente und in der Konsequenz entsprechende Diagramme resultierender Modelle erstellen zu können.

## Literatur

AWMF, Arbeitskreis Krankenhaus und Praxishygiene der (2013). „Hygieneanforderungen bei invasiven Untersuchungen und Behandlungen im Herzkatheterlabor“. In: *Hygiene & Medizin* 38.10, S. 436–438.

Aan't Heck, Harald (2010). *Tätigkeiten des Zentraleinkaufs der Contilia Management GmbH: heute und Erwartungen an die Zukunft*. Vortrag im Rahmen eines Projektermins.

Aan't Heck, Harald (2011). *Vortrag im Rahmen des Kongresses Klinik–Wirtschaft–Innovation am 27.09.2011 in Dortmund*.

Aan't Heck, Harald (2013). „Im Interview: Harald Aan't Heck über die Potenziale einer "transparenten Materialversorgung"“. In: *Hospital Engineering Magazin* 00, S. 8–9. URL: <http://www.hospital-engineering.org/pdf/publikationen/HE-Fraunhofer-ISST-Magazin-Nullversion.pdf>.

Baer, F. M. und S. Rosenkranz (2011). „Koronare Herzkrankheit und akutes Koronarsyndrom“. In: *Klinische Kardiologie. Krankheiten des Herzens, des Kreislaufs und der herznahen Gefäße*. Hrsg. von Erland Erdmann. 8. Aufl. Heidelberg: Springer Medizin, S. 13–72.

Bauer, Kerstin und Jürgen Ennker (2005). *Herzschrittmacher und Defibrillatoren. Ein Patientenratgeber*. Darmstadt: Steinkopf.

Bauer, Kerstin, Jürgen Ennker und Stefan Bauer (2011). *Leben nach dem Herzeingriff*. Berlin: Springer.

Bauer, M. et al. (2008). „Glossar perioperativer Prozesszeiten und Kennzahlen. Eine gemeinsame Empfehlung von DGAI, BDA, DBC und VOPM“. In: *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 49.6. Supplement, S. 93–105.

Bernstein, Alan D. et al. (2002). „The Revised NASPE/BPEG Generic Code for Antibradycardia, Adaptive-Rate, and Multisite Pacing“. In: *Journal of Pacing and Clinical Electrophysiology* 25.2, S. 260–264.

Bichler, Klaus, Ralf Krohn und Peter Philippi, Hrsg. (2011). *Gabler Kompaktlexikon Logistik. German. Gabler*. ISBN: 978-3-8349-0139-2. DOI: 10.1007/978-3-8349-6432-8\_11. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-6432-8>.

Brignole, Michele et al. (2013). „2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy : The Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA)“. In: *Europace* 15.8. Carina Blomström-Lundqvist (Department of Medical Sciences, Cardiology-Arrhythmia, Uppsala University, Uppsala, Sweden) contributed to this study., S. 1070–1118.

Bundesministerium der Justiz, Hrsg. (2014a). *Arzneimittelgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. Dezember 2005 (BGBl. I S. 3394), das zuletzt durch Artikel 2a des Gesetzes vom 27. März 2014 (BGBl. I S. 261) geändert worden ist*. Bundesministerium der Justiz. URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/mpg/gesamt.pdf>.

Bundesministerium der Justiz, Hrsg. (2014b). *Medizinproduktegesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. August 2002 (BGBl. I S. 3146), das zuletzt durch Artikel 16 des Gesetzes vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1133) geändert worden ist*. Bundesministerium der Justiz. URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/mpg/gesamt.pdf>.

Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie, Hrsg. (2014). *Rote Liste. Arzneimittelverzeichnis für Deutschland (einschließlich EU-Zulassungen und bestimmter Medizinprodukte)*. Aulendorf: Cantor.

Buuren, F. (2010). „25. Bericht über die Leistungszahlen der Herzkatheterlabore in der Bundesrepublik Deutschland“. In: *Der Kardiologe* 4.6, S. 502–508. ISSN: 1864-9718. DOI: 10.1007/s12181-010-0297-8. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s12181-010-0297-8>.

Coenenberg, Adolf Gerhard, Thomas M. Fischer und Thomas Günther (2012). *Kostenrechnung und Kostenanalyse*. 8. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Pöschel.

Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) (2012). *Operationen- und Prozedurenschlüssel*. letzter Abruf am 2012-06-12. URL: <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/ops/index.htm>.

Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), Hrsg. (2013). *Anatomisch-therapeutisch-chemische Klassifikation mit Tagesdosen. Amtliche Fassung des ATC-Index mit DDD-Angaben für Deutschland im Jahre 2014*. Köln: Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). URL: <http://www.dimdi.de/dynamic/de/klassi/downloadcenter/atcddd/version2014/atc-ddd-amtlich-2014.pdf>.

Erbel, Raimund et al. (2002). „Rolle der interventionellen Kardiologie in der Therapie der koronaren Herzerkrankung“. In: *Herz* 27.6, S. 471–480. ISSN: 0340-9937. DOI: 10.1007/s00059-002-2361-z. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s00059-002-2361-z>.

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie  
Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering  
Erbel, Raimund et al. (2011). *Herzkatheter-Manual. Diagnostik und interventionelle Therapie*. Köln:  
Deutscher Ärzte-Verlag.

Europäische Union (2008). *VERORDNUNG (EG) Nr. 765/2008 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 339/93 des Rates*. letzter Abruf: 2014-05-24. Brüssel: Europäische Union.  
URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:218:0030:0047:de:PDF>.

Frank, Ulrich (1994). *Multiperspektivische Unternehmensmodellierung. Theoretischer Hintergrund und Entwurf einer objektorientierten Entwicklungsumgebung*. München: Oldenbourg.

Frank, Ulrich (2011a). *MEMO Organisation Modelling Language (2): Focus on Business Processes*. ICB Research Report 49. University of Duisburg-Essen, Institute for Computer Science und Business Information Systems (ICB). URL: [http://www.icb.uni-due.de/fileadmin/ICB/research/research\\_reports/ICB-Report-No49.pdf](http://www.icb.uni-due.de/fileadmin/ICB/research/research_reports/ICB-Report-No49.pdf).

Frank, Ulrich (2011b). *Multi-Perspective Enterprise Modelling: Background and Terminological Foundation*. ICB-Research Report 46. University of Duisburg-Essen, Institute for Computer Science und Business Information Systems (ICB). URL: [http://www.icb.uni-due.de/fileadmin/ICB/research/research\\_reports/ICB-Report-No46.pdf](http://www.icb.uni-due.de/fileadmin/ICB/research/research_reports/ICB-Report-No46.pdf).

Frank, Ulrich (2011c). *The MEMO Meta Modelling Language (MML) and Language Architecture. 2nd Edition*. ICB-Research Report 43. Institute for Computer Science und Business Information Systems (ICB), University of Duisburg-Essen. URL: [http://www.icb.uni-due.de/fileadmin/ICB/research/research\\_reports/ICB-Report\\_No43.pdf](http://www.icb.uni-due.de/fileadmin/ICB/research/research_reports/ICB-Report_No43.pdf).

Frank, Ulrich (2013a). „Domain-Specific Modeling Languages: Requirements Analysis and Design Guidelines“. English. In: *Domain Engineering*. Hrsg. von Iris Reinhartz-Berger et al. Berlin: Springer, S. 133–157. ISBN: 978-3-642-36653-6. DOI: 10.1007/978-3-642-36654-3\_6. URL: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-36654-3\\_6](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-36654-3_6).

Frank, Ulrich (2013b). „Multi-Perspective Enterprise Modeling: Foundational Concepts, Prospects and Future Research Challenges“. In: *Journal of Software and Systems Modelling* 13, S. 941–962. DOI: 10.1007/s10270-012-0273-9.

Hamm, C. W. et al. (2001). „Leitlinien zur Einrichtung und zum Betreiben von Herzkatheterräumen (1. Neufassung) Herausgegeben vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung Bearbeitet im Auftrag der Kommission für Klinische Kardiologie“. In: *Zeitschrift für Kardiologie* 90.5, S. 367–376. ISSN: 0300-5860. DOI: 10.1007/s003920170168. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s003920170168>.

- Hamm, C. W. et al. (2008). „Diagnostische Herzkatheteruntersuchung“. In: *Clinical Research in Cardiology* 97.8, S. 475–512. DOI: 10.1007/s00392-008-0686-1.
- Hartmann, Horst (2002). *Materialwirtschaft. Organisation, Planung, Durchführung, Kontrolle*. 8. Aufl. Gernsbach: Deutscher Betriebswirte-Verlag.
- Haubrock, Manfred (2009). „Praktische Bedeutung des Managements in der Gesundheitswirtschaft. Materialmanagement“. In: *Betriebswirtschaft und Management in der Gesundheitswirtschaft*. Hrsg. von Manfred Haubrock und Walter Schär. 5. Aufl. Bern: Verlag Hans Huber, S. 464–485.
- Heise, David (2013). *Unternehmensmodell-basiertes IT-Kostenmanagement als Bestandteil eines integrativen IT-Controllings*. Berlin: Logos.
- Hemmer, W. et al. (2009). „Empfehlungen zur Strukturierung der Herzschrittmacher- und Defibrillatortherapie“. In: *Der Kardiologe* 3.2, S. 108–120. ISSN: 1864-9718. DOI: 10.1007/s12181-008-0136-3. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s12181-008-0136-3>.
- Heß, Michael (2012). „Multiperspektivische Krankenhausmodellierung: Motivation und Potenziale“. In: *Workshop "Wissensbasierte Systeme und Leitlinienmanagement in der Medizin im Rahmen der GMDS Jahrestagung 2012"*. Braunschweig: Gesellschaft für Informatik e. V. URL: [http://wbs-med.imib.rwth-aachen.de/AG2/LeitlinienWorkshop/Beitrag\\_Heß.pdf](http://wbs-med.imib.rwth-aachen.de/AG2/LeitlinienWorkshop/Beitrag_Heß.pdf).
- Heß, Michael (2013a). „Towards a domain-specific method for Multi-Perspective Hospital Modelling – Motivation and Requirements“. In: *Design Science at the Intersection of Physical and Virtual Design. 8th International Conference, DESRIST 2013 Helsinki, Finland, June 11-12, 2013. Proceedings*. Hrsg. von Jan vom Brocke et al. LNCS 7939. Heidelberg: Springer, S. 369–385.
- Heß, Michael (2013b). „Überlegungen zur umfassenden Bewertung von Innovationen im Projekt "Hospital Engineering"“. In: *eHealth 2013. Big Data – eHealth von der Datenanalyse bis zum Wissensmanagement. Tagungsband der eHealth2013 vom 23.-24.5.2013 in Wien*. Hrsg. von Elske Ammenwerth et al. Wien: Österreichische Computer Gesellschaft, S. 197–206.
- Heß, Michael, Martin Burwitz und Hannes Schlieter (2014). „Konzeption ausgewählter Spracherweiterungen zur Ressourcenmodellierung in Modellen klinischer Behandlungspfade – Am Beispiel der Koronarangiographie“. In: *Tagungsband Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2014 (MKWI 2014)*. Hrsg. von Dennis Kundisch, Leena Suhl und Lars Beckmann. Paderborn, S. 735–748. URL: [http://www.mkwi2014.de/Content/Tagungsband\\_MKWI2014.pdf](http://www.mkwi2014.de/Content/Tagungsband_MKWI2014.pdf).
- Heß, Michael et al. (2014). „On the Requirements Analysis Process for Domain-Specific Languages in the Realm of Multi-Perspective Hospital Modelling“. In: *Proceedings of 1st International Workshop on the Interrelations between Requirements Engineering & Business Process Management (REBPM) in conjunction with Requirements Engineering '14*. Karlskrona, Sweden: IEEE, S. 29–38.

- Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie  
Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering  
Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. (2014). *REHADAT: Hilfsmittelverzeichnis der gesetzlichen Krankenversicherungen (GKV)*. URL: <http://www.rehadat.de/gkv3/Gkv.KHS>.
- Jung, Jürgen (2007). *Entwurf einer Sprache für die Modellierung von Ressourcen im Kontext der Geschäftsprozessmodellierung*. Berlin: Logos.
- Kaiser, Erhard, Hrsg. (2013). *Komplikationsmanagement im Herzkatheterlabor*. Berlin: Springer. ISBN: 978-3-642-25600-4. DOI: 10.1007/978-3-642-25601-1. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-25601-1>.
- Keller, G., Markus Nüttgens und August-Wilhelm Scheer (1992). *Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)*. Heft 89. Saarbrücken: Universität des Saarlandes, Institut für Wirtschaftsinformatik.
- Kirchner, Lutz (2008). *Eine Methode zur Unterstützung des IT-Managements im Rahmen der Unternehmensmodellierung*. Berlin: Logos.
- Königer, Stephan und Michael Heß (2014). *Konzeption und Implementierung eines Softwarewerkzeuges zur multiperspektivischen Bewertung (innovativer) Projekte, Produkte oder Dienstleistungen*. ICB-Research Report 62. Essen: Universität Duisburg-Essen, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik.
- Krallmann, Hermann, Annette Bobrik und Olga Levina, Hrsg. (2013). *Systemanalyse im Unternehmen. Prozessorientierte Methoden der Wirtschaftsinformatik*. 6. Aufl. München: Oldenbourg.
- Krämer, L.-I. und R. Griebenow (2010). „Curriculum und Sachkundekurse Herzschrittmacher- und ICD-Therapie“. In: *Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie* 21.3, S. 174–180. ISSN: 0938-7412. DOI: 10.1007/s00399-010-0100-3. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s00399-010-0100-3>.
- Kriegel, Johannes (2012). *Krankenhauslogistik. Innovative Strategien für die Ressourcenbereitstellung und Prozessoptimierung im Krankenhauswesen*. 10.1007/978-3-8349-3648-6<sub>1</sub>. Wiesbaden: Gabler. ISBN: 978-3-8349-3648-6. URL: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-3648-6\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-3648-6_1).
- Lapp, Harald und Ingo Krakau (2014). *Das Herzkatheterbuch. Diagnostische und interventionelle Kathetertechniken*. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme.
- Larsen, Reinhard (2012). *Anästhesie und Intensivmedizin in Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie*. Berlin: Springer. ISBN: 978-3-642-21020-4. DOI: 10.1007/978-3-642-21021-1. URL: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-21021-1\\_11](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-21021-1_11).

## Literatur

Lehner, Franz (1995). „Modelle und Modellierung“. In: *Wirtschaftsinformatik. Theoretische Grundlagen*. Hrsg. von Franz Lehner, Knut Hildebrand und Ronald Maier. München: Hanser, S. 72–164.

Lemke, B., B. Nowak und D. Pfeiffer (2005). „Leitlinien zur Herzschrittmachertherapie“. In: *Zeitschrift für Kardiologie* 94.10, S. 704–720. ISSN: 0300-5860. DOI: 10.1007/s00392-005-0269-3. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s00392-005-0269-3>.

Markewitz, A. (2014). „Jahresbericht 2011 des Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillatorregisters. Teil 1 – Herzschrittmacher“. In: *Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie*, S. 1–26. ISSN: 0938-7412. DOI: 10.1007/s00399-013-0284-4. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s00399-013-0284-4>.

Markewitz, A et al. (1995). „Empfehlungen zur Schrittmacherimplantation“. In: *Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie* 5, S. 125–129.

Mårtensson, Pär und Allen S. Lee (2004). „DIALOGICAL ACTION RESEARCH AT OMEGA CORPORATION.“ In: *MIS Quarterly* 28.3, S. 507–536. ISSN: 02767783. URL: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=14406335&site=ehost-live&scope=site>.

Noweski, Michael et al. (2013). „Hilfsmittelversorgung“. In: *Medizinmanagement: Grundlagen und Praxis*. Hrsg. von Jürgen Wasem, Susanne Staudt und David Matusiewicz. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 409–424. ISBN: 9783941468993.

Oen, Raphael (2009). „Software als Medizinprodukt“. In: *Zeitschrift für das gesamte Medizinprodukterecht* 9.2, S. 55–57.

Osswald, B. (2012). „Implantation von Herzschrittmachersystemen“. In: *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* 26.5, S. 284–289. ISSN: 0930-9225. DOI: 10.1007/s00398-012-0940-8. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s00398-012-0940-8>.

Österle, Hubert et al. (2010). „Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik“. In: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 62.6, S. 664–672. URL: [http://www.wiso-net.de/webcgi?START=A60&DOKV\\_DB=ZECO&DOKV\\_NO=ZFBF091015050&DOKV\\_HS=0&PP=1](http://www.wiso-net.de/webcgi?START=A60&DOKV_DB=ZECO&DOKV_NO=ZFBF091015050&DOKV_HS=0&PP=1).

Prangenberg, Alexander (2010). *Auswahl und Beurteilung alternativer Gestaltungselemente in der Materialwirtschaft von Krankenhäusern. Ein kriteriengestützter Ansatz*. Hrsg. von Wilfried von Eiff et al. Bd. 6. Münsteraner Schriften zu Medizinökonomie, Gesundheitsmanagement und Medizinrecht. Berlin: LIT Verlag Dr. W. Hopf.

Multiperspektivische Dokumentation und Informationsbedarfsanalyse kardiologischer Prozesse sowie  
Konzeptualisierung medizinischer Ressourcentypen im Projekt Hospital Engineering

Reith, Wolfgang (2011). „Kontrastmittel“. In: *Diagnostische und Interventionelle Radiologie*. Hrsg. von Thomas J. Vogl, Wolfgang Reith und Ernst J. Rummeny. Berlin: Springer, S. 55–58. ISBN: 978-3-540-87667-0. DOI: 10.1007/978-3-540-87668-7\_8. URL: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-87668-7\\_8](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-87668-7_8).

Reuter, Peter (2007). *Springer klinisches Wörterbuch 2007|2008*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen (2014). *3.1 Definition und Klassifikation von Medizinprodukten*. letzter Abruf: 2014-05-24. URL: <http://www.svr-gesundheit.de/index.php?id=486>.

Scheer, August-Wilhelm (1996). *ARIS-House of Business Engineering: Von der Geschäftsprozessmodellierung zur Workflow-gesteuerten Anwendung; vom Business Process Reengineering zum Continuous Process Improvement*. Techn. Ber. 133. Saarbrücken: Universität des Saarlandes, Institut für Wirtschaftsinformatik.

Scheer, August-Wilhelm (2001). *ARIS – Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen*. 4. Aufl. Berlin: Springer.

Scheer, August-Wilhelm, Oliver Thomas und Otmar Adam (2005). „Process Modeling Using Event-Driven Process Chains“. In: *Process-aware information systems: bridging people and software through process technology*. Hrsg. von Marlon Dumas, Wil M. van der Aalst und Arthur H. ter Hofstede. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., S. 119–145. ISBN: 0-47166-360-9.

Schlüchtermann, Jörg (2013). *Betriebswirtschaft und Management im Krankenhaus. Grundlagen und Praxis*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.

Schweitzer, Marcell und Hans-Ulrich Küpper (2008). *Systeme der Kosten- und Erlösrechnung*. 9. Aufl. München: Vahlen.

Seelos, Hans-Jürgen (2012). *Medizinmanagement*. 10.1007/978-3-8349-3848-0. Wiesbaden: Gabler. ISBN: 978-3-8349-3848-0. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-3848-0>.

Staud, Josef (2006). *Geschäftsprozessanalyse. Ereignisgesteuerte Prozessketten und objektorientierte Geschäftsprozessmodellierung für Betriebswirtschaftliche Standardsoftware*. 3. Aufl. Berlin: Springer.

Trappe, Hans-Joachim und Jan Gummert (2011). „Aktuelle Schrittmacher- und Defibrillatortherapie“. In: *Dtsch Arztebl International* 108.21, S. 372–380. DOI: 10.3238/arztebl.2011.0372. eprint: <http://www.aerzteblatt.de/v4/archiv/pdf.asp?id=90695>. URL: <http://www.aerzteblatt.de/int/article.asp?id=90695>.

## Literatur

Wannenwetsch, Helmut (2010). *Integrierte Materialwirtschaft und Logistik. Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion*. 4. Aufl. Berlin: Springer.

Winkhardt, Monika (2005). *Das Herzkatheterlabor*. Darmstadt: Steinkopf.

Zapp, Winfried et al. (2010). „Prozesse in Dienstleistungsunternehmen der Gesundheitswirtschaft“. In: *Prozessgestaltung in Gesundheitseinrichtungen. Von der Analyse zum Controlling*. Hrsg. von Winfried Zapp. 2. Aufl. Heidelberg: Economica, S. 3–31.

de Gruyter, Hrsg. (2012). *Pschyrembel. Klinisches Wörterbuch 2013*. 264. Aufl. Berlin: de Gruyter.

## Previously Published ICB Research Reports

### 2014

No 59 (May 2014)

Goedicke, Michael; Kurt-Karaoglu, Filiz; Schwinning, Nils; Schypula, Melanie; Striewe, Michael: „Zweiter Jahresbericht zum Projekt ?Bildungsgerechtigkeit im Fokus? (Teilprojekt 1.2 – ‘Blended Learning’) an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften“

No 58 (March 2014)

Breitschwerdt, Rüdiger; Heß, Michael: „Konzeption eines Bezugsrahmens zur Analyse und Entwicklung von Geschäftsmodellen mobiler Gesundheitsdienstleistungen – Langfassung“

No 57 (March 2014)

Heß, Michael; Schlieter, Hannes (Hrsg.): „Modellierung im Gesundheitswesen – Tagungsband des Workshops im Rahmen der “Modellierung 2014”“

### 2013

No 56 (July 2013)

Svensson, Richard Berntsson; Berry, Daniel M.; Daneva, Maya; Doerr, Joerg; Espana, Sergio; Herrmann, Andrea; Herzwurm, Georg; Hoffmann, Anne; Pena, Raul Mazo; Opdahl, Andreas L.; Pastor, Oscar; Pietsch, Wolfram; Salinesi, Camille; Schneider, Kurt; Seyff, Norbert; van de Weerd, Inge; Wieringa, Roel; Wnuk, Krzysztof (Eds.): „19th International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality (REFSQ 2013). Proceedings of the REFSQ 2013 Workshops CreaRE, IWSPM, and RePriCo, the REFSQ 2013 Empirical Track (Empirical Live Experiment and Empirical Research Fair), the REFSQ 2013 Doctoral Symposium, and the REFSQ 2013 Poster Session”“

No 55 (May 2013)

Daun, Marian; Focke, Markus; Holtmann, Jörg; Tenbergen, Bastian „Goal-Scenario-Oriented Requirements Engineering for Functional Decomposition with Bidirectional Transformation to Controlled Natural Language. Case Study “Body Control Module”“

No 54 (March 2013)

Fischotter, Melanie; Goedicke, Michael; Kurt-Karaoglu, Filiz; Schwinning, Nils; Striewe, Michael „Erster Jahresbericht zum Projekt “Bildungsgerechtigkeit im Fokus” (Teilprojekt 1.2 – “Blended Learning”) an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften“

### 2012

No 53 (December 2012)

Frank, Ulrich: „Thoughts on Classification / Instantiation and Generalisation / Specialisation”“

No 52 (July 2012)

*Berntsson-Svensson, Richard; Berry, Daniel; Daneva, Maya; Dörr, Jörg; Fricker, Samuel A; Herrmann, Andrea; Herzwurm, Georg; Kauppinen, Marjo; Madhavji, Nazim H; Mahaux, Martin; Paech, Barbara; Penzenstadler, Birgit; Pietsch, Wolfram; Salinesi, Camille; Schneider, Kurt; Seyff, Norbert; van de Weerd, Inge (Eds.): „18th International Working Conference on Requirements Engineering – Foundation for Software Quality. Proceedings of the Workshops RE4SuSy, REEW, CreaRE, RePriCo, IWSPM and the Conference Related Empirical Study, Empirical Fair and Doctoral Symposium“*

No 51 (May 2012)

*Frank, Ulrich: „Specialisation in Business Process Modelling – Motivation, Approaches and Limitations“*

No 50 (March 2012)

*Adelsberger, Heimo; Drechsler, Andreas; Herzig, Eric; Michaelis, Alexander; Schulz, Philipp; Schütz, Stefan; Ulrich, Udo: „Qualitative und quantitative Analyse von SOA-Studien – Eine Metastudie zu serviceorientierten Architekturen“*

## **2011**

No 49 (December 2011)

*Frank, Ulrich: „MEMO Organisation Modelling Language (2) – Focus on Business Processes“*

No 48 (December 2011)

*Frank, Ulrich: „MEMO Organisation Modelling Language (1) – Focus on Organisational Structure“*

No 47 (December 2011)

*Frank, Ulrich: „Multiperspective Enterprise Modelling – Requirements and Core Diagram Typs“*

No 46 (December 2011)

*Frank, Ulrich: „Multiperspective Enterprise Modelling – Background and Terminological Foundation“*

No 45 (November 2011)

*Frank, Ulrich; Strecker, Stefan; Heise, David; Kattenstroth, Heiko; Schauer, Carola: „Leitfaden zur Erstellung wissenschaftlicher Arbeiten in der Wirtschaftsinformatik“*

No 44 (September 2011)

*Berenbach, Brian; Daneva, Maya; Dörr, Jörg; Fricker, Samuel; Geroasi, Vincenzo; Glinz, Martin; Herrmann, Andrea; Krams, Benedikt; Madhavji, Nazim H; Paech, Barbara; Schockert, Sixten; Seyff, Norbert (Eds.): „17th International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality (REFSQ 2011) – Proceedings of the REFSQ 2011 Workshops REEW, EPICAL and RePriCo, the REFSQ 2011 Empirical Track (Empirical Live Experiment and Empirical Research Fair), and the REFSQ 2011 Doctoral Symposium“*

No 43 (February 2011)

*Frank, Ulrich: „The MEMO Meta Modelling Language (MML) and Language Architecture. 2nd Edition“*

## 2010

No 42 (December 2010)

Frank, Ulrich: „Outline of a Method for Designing Domain-Specific Modelling Languages“

No 41 (December 2010)

Adelsberger, Heimo; Drechsler, Andreas (Hrsg.): „Ausgewählte Aspekte des Cloud-Computing aus einer IT-Management-Perspektive – Cloud Governance, Cloud Security und Einsatz von Cloud Computing in jungen Unternehmen“

No 40 (October 2010)

Bürsner, Simone; Dörr, Jörg; Gehlert, Andreas; Herrmann, Andrea; Herzwurm, Georg; Janzen, Dirk; Merten, Thorsten; Pietschm, Wolfram; Schmid, Klaus; Schneider, Kurt; Thurimella, Anil Kumar: „16th International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality – Proceedings of the Workshops CreaRE, PLREQ, RePriCo and RESC“

No 39 (May 2010)

Strecker, Stefan; Heise, David; Frank, Ulrich: „Entwurf einer Mentoring-Konzeption für den Studiengang M.Sc. Wirtschaftsinformatik an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Universität Duisburg-Essen“

No 38 (February 2010)

Schauer, Carola : „Wie praxisorientiert ist die Wirtschaftsinformatik? Einschätzungen von CIOs und WI-Professoren“

No 37 (January 2010)

Benavides, David; Batory, Don; Grunbacher, Paul (Eds.): „Fourth International Workshop on Variability Modelling of Software-intensive Systems“

## 2009

No 36 (December 2009)

Strecker, Stefan: „Ein Kommentar zur Diskussion um Begriff und Verständnis der IT-Governance – Anregungen zu einer kritischen Reflexion“

No 35 (August 2009)

Rüngeler, Irene; Tüxen, Michael; Rathgeb, Erwin P.: „Considerations on Handling Link Errors in SCTP“

No 34 (June 2009)

Karastoyanova, Dimka; Kazhamiakan, Raman; Metzger, Andreas; Pistore, Marco (Eds.): „Workshop on Service Monitoring, Adaptation and Beyond“

No 33 (May 2009)

Adelsberger, Heimo; Drechsler, Andreas; Bruckmann, Tobias; Kalvelage, Peter; Kinne, Sophia; Pellinger, Jan; Rosenberger, Marcel; Trepper, Tobias: „Einsatz von Social Software in Unternehmen - Studie über Umfang und Zweck der Nutzung“

No 32 (April 2009)

*Barth, Manfred; Gadatsch, Andreas; Kutz, Martin; Ruding, Otto; Schauer, Hanno; Strecker, Stefan: „Leitbild IT–Controller/–in . Beitrag der Fachgruppe IT–Controlling der Gesellschaft für Informatik e. V.“*

No 31 (April 2009)

*Frank, Ulrich; Strecker, Stefan: „Beyond ERP Systems: An Outline of Self–Referential Enterprise Systems – Requirements, Conceptual Foundation and Design Options“*

No 30 (February 2009)

*Schauer, Hanno; Wolff, Frank: „Kriterien guter Wissensarbeit - Ein Vorschlag aus dem Blickwinkel der Wissenschaftstheorie (Langfassung)“*

No 29 (January 2009)

*Benavides, David; Metzger, Andreas; Eisenecker, Ulrich (Eds.): „Third International Workshop on Variability Modelling of Software–intensive Systems“*

## **2008**

No 28 (December 2008)

*Goedicke, Michael; Striewe, Michael; Balz, Moritz: „Computer Aided Assessments and Programming Exercises with JACK“*

No 27 (December 2008)

*Schauer, Carola: „Größe und Ausrichtung der Disziplin Wirtschaftsinformatik an Universitäten im deutschsprachigen Raum – Aktueller Status und Entwicklung seit 1992“*

No 26 (September 2008)

*Milen, Tilev; Bruno Muller–Clostermann: „CapSys: A Tool for Macroscopic Capacity Planning“*

No 25 (August 2008)

*Eicker, Stefan; Spies, Thorsten; Tschersich, Markus: „Einsatz von Multi–Touch beim Softwaredesign am Beispiel der CRC Card–Methode“*

No 24 (August 2008)

*Frank, Ulrich: „The MEMO Meta Modelling Language (MML) and Language Architecture - Revised Version“*

No 23 (January 2008)

*Sprenger, Jonas; Jung, Jürgen: „Enterprise Modelling in the Context of Manufacturing - Outline of an Approach Supporting Production Planning“*

No 22 (January 2008)

*Heymans, Patrick; Kang, Kyo–Chul; Metzger, Andreas, Pohl, Klaus (Eds.): „Second International Workshop on Variability Modelling of Software–intensive Systems.“*

## 2007

No 21 (September 2007)

*Eicker, Stefan; Annett Nagel; Peter M. Schuler: „Flexibilität im Geschäftsprozessmanagement-Kreislauf“*

No 20 (August 2007)

*Blau, Holger; Eicker, Stefan; Spies, Thorsten: „Reifegradüberwachung von Software“*

No 19 (June 2007)

*Schauer, Carola: „Relevance and Success of IS Teaching and Research: An Analysis of the Relevance Debate“*

No 18 (May 2007)

*Schauer, Carola: „Rekonstruktion der historischen Entwicklung der Wirtschaftsinformatik: Schritte der Institutionalisierung, Diskussion zum Status, Rahmenempfehlungen für die Lehre“*

No 17 (May 2007)

*Schauer, Carola; Schmeing, Tobias: „Development of IS Teaching in North-America: An Analysis of Model Curricula“*

No 16 (May 2007)

*Müller-Clostermann, Bruno; Tilev, Milen: „Using G/G/m-Models for Multi-Server and Mainframe Capacity Planning“*

No 15 (April 2007)

*Heise, David; Schauer, Carola; Strecker, Stefan: „Informationsquellen für IT-Professionals - Analyse und Bewertung der Fachpresse aus Sicht der Wirtschaftsinformatik“*

No 14 (March 2007)

*Eicker, Stefan; Hegmanns, Christian; Malich, Stefan: „Auswahl von Bewertungsmethoden für Softwarearchitekturen“*

No 13 (February 2007)

*Eicker, Stefan; Spies, Thorsten; Kahl, Christian: „Softwarevisualisierung im Kontext serviceorientierter Architekturen“*

No 12 (February 2007)

*Brenner, Freimut: „Cumulative Measures of Absorbing Joint Markov Chains and an Application to Markovian Process Algebras“*

No 11 (February 2007)

*Kirchner, Lutz: „Entwurf einer Modellierungssprache zur Unterstützung der Aufgaben des IT Managements - Grundlagen, Anforderungen und Metamodell“*

No 10 (February 2007)

*Schauer, Carola; Strecker, Stefan: „Vergleichende Literaturstudie aktueller einführender Lehrbücher der Wirtschaftsinformatik: Bezugsrahmen und Auswertung“*

No 9 (February 2007)

*Strecker, Stefan; Kuckertz, Andreas; Pawlowski, Jan M.: „Überlegungen zur Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses: Ein Diskussionsbeitrag zur (kumulativen) Habilitation“*

No 8 (February 2007)

*Frank, Ulrich; Strecker, Stefan; Koch, Stefan: „Open Model - Ein Vorschlag für ein Forschungsprogramm der Wirtschaftsinformatik (Langfassung)“*

## **2006**

No 7 (December 2006)

*Frank, Ulrich: „Towards a Pluralistic Conception of Research Methods in Information Systems Research“*

No 6 (April 2006)

*Frank, Ulrich: „Evaluation von Forschung und Lehre an Universitäten - Ein Diskussionsbeitrag“*

No 5 (April 2006)

*Jung, Jürgen: „Supply Chains in the Context of Resource Modelling“*

No 4 (February 2006)

*Lange, Carola: „Development and status of the Information Systems / Wirtschaftsinformatik discipline: An interpretive evaluation of interviews with renowned researchers, Part III - Results Wirtschaftsinformatik Discipline“*

## **2005**

No 3 (December 2005)

*Lange, Carola: „Development and status of the Information Systems / Wirtschaftsinformatik discipline: An interpretive evaluation of interviews with renowned researchers, Part II - Results Information Systems Discipline“*

No 2 (December 2005)

*Lange, Carola: „Development and status of the Information Systems / Wirtschaftsinformatik discipline: An interpretive evaluation of interviews with renowned researchers, Part I - Research Objectives and Method“*

No 1 (August 2005)

*Lange, Carola: „Ein Bezugsrahmen zur Beschreibung von Forschungsgegenständen und -methoden in Wirtschaftsinformatik und Information Systems“*







Research Group	Core Research Topics
<b>Prof. Dr. H. H. Adelsberger</b> Information Systems for Production and Operations Management	E-Learning, Knowledge Management, Skill-Management, Simulation, Artificial Intelligence
<b>Prof. Dr. F. Ahlemann</b> Information Systems and Strategic Management	Strategic planning of IS, Enterprise Architecture Management, IT Vendor Management, Project Portfolio Management, IT Governance, Strategic IT Benchmarking
<b>Prof. Dr. P. Chamoni</b> MIS and Management Science / Operations Research	Information Systems and Operations Research, Business Intelligence, Data Warehousing
<b>Prof. Dr. K. Echtle</b> Dependability of Computing Systems	Dependability of Computing Systems
<b>Prof. Dr. S. Eicker</b> Information Systems and Software Engineering	Process Models, Software-Architectures
<b>Prof. Dr. U. Frank</b> Information Systems and Enterprise Modelling	Enterprise Modelling, Enterprise Application Integration, IT Management, Knowledge Management
<b>Prof. Dr. M. Goedicke</b> Specification of Software Systems	Distributed Systems, Software Components, CSCW
<b>Prof. Dr. V. Gruhn</b> Software Engineering	Design of Software Processes, Software Architecture, Usability, Mobile Applications, Component-based and Generative Software Development
<b>PD Dr. C. Klüver</b> Computer Based Analysis of Social Complexity	Soft Computing, Modeling of Social, Cognitive, and Economic Processes, Development of Algorithms
<b>Prof. Dr. T. Kollmann</b> E-Business and E-Entrepreneurship	E-Business and Information Management, E-Entrepreneurship/E-Venture, Virtual Marketplaces and Mobile Commerce, Online-Marketing
<b>Prof. Dr. K. Pohl</b> Software Systems Engineering	Requirements Engineering, Software Quality Assurance, Software-Architectures, Evaluation of COTS/Open Source-Components
<b>Prof. Dr. Ing. E. Rathgeb</b> Computer Network Technology	Computer Network Technology
<b>Prof. Dr. R. Unland</b> Data Management Systems and Knowledge Representation	Data Management, Artificial Intelligence, Software Engineering, Internet Based Teaching
<b>Prof. Dr. S. Zelewski</b> Institute of Production and Industrial Information Management	Industrial Business Processes, Innovation Management, Information Management, Economic Analyses