

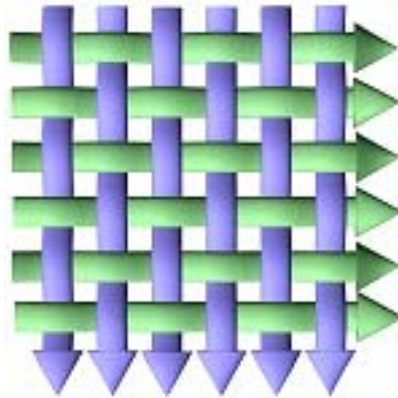


Technical Report 07004

ISSN 1612-1376

Basisprozesse für die Modellierung in großen Netzen der Logistik

Kay Hömberg, Jan Hustadt, Dirk Jodin, Joachim Kochsiek,
Lars Nagel, Iwo Riha



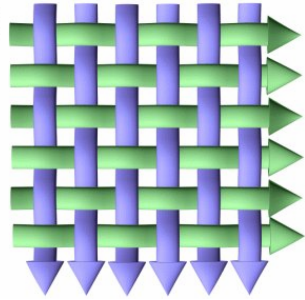
Sonderforschungsbereich 559
Modellierung großer Netze in der Logistik

Universität Dortmund
44221 Dortmund



Sonderforschungsbereich 559

**Modellierung großer
Netze in der Logistik**



Technical Report 07004

ISSN 1612-1376

**Basisprozesse für die Modellierung in großen
Netzen der Logistik**

SFB-Arbeitsgruppe 3:

Kay Hömberg	M9
Jan Hustadt	A11
Dirk Jodin	M9
Joachim Kochsiek	A13
Lars Nagel	A4
Iwo Riha	A2

Dortmund, den 23. März 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Motivation	3
1.1	Ziele.....	3
1.2	Vorgehensweise.....	3
1.3	Definitionen.....	4
2	Ansätze für die Modellierung logistischer Netzwerke	6
2.1	Analytisch fokussiert.....	6
2.1.1	Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK).....	6
2.1.2	Unified Modelling Language (UML).....	6
2.1.3	ProC/B.....	7
2.2	Deskriptiv fokussiert.....	8
2.2.1	Prozessketten-Instrumentarium.....	8
2.2.2	SCOR.....	8
2.2.3	Business Process Modelling Notation.....	9
2.2.4	Weitere Klassifizierungsansätze.....	10
3	Basisprozesse der Logistik	12
3.1	Materialfluss.....	12
3.1.1	Behandlung.....	12
3.1.2	Ortswechsel.....	12
3.1.3	Liegen.....	12
3.2	Informationsfluss.....	13
3.2.1	Behandlung.....	13
3.2.2	Ortswechsel.....	13
3.2.3	Liegen.....	13
3.3	Logistikdatensatz.....	13
4	Standardisierte Prozessketten aus Basisprozessen	15
4.1	A2 „Beschaffungsketten“.....	16
4.2	A4 „Güterverkehrszentren“.....	19
4.3	A11 „Redistributionsnetze“.....	20
4.4	A13 „Seehafenhinterlandverkehre“.....	22
4.4.1	Schiffsentladung.....	22
4.4.2	Hinterlandtransport.....	24
5	Resümee und Ausblick	27
6	Literatur	28

1 Einleitung und Motivation

1.1 Ziele

Der Simulationseinsatz in der Planung logistischer Systeme erfordert eine detaillierte Analyse der Systemzusammenhänge und die Bildung eines aufgabenadäquaten Modells. Die Komplexität dieser Modelle und auch der dazu notwendige Modellierungsaufwand nehmen mit der Größe sowie der Vielschichtigkeit des abzubildenden Systems signifikant zu. Dies erschwert es zum einen, die für die Systemlastbeschreibung notwendigen Informationen zu identifizieren, und zum anderen, sich über die Grenzen des jeweils eingesetzten Modellierungswerkzeuges hinweg über Problemstellungen bei der Systembildung auszutauschen. Hieraus leitet sich das Ziel ab, eine standardisierte Prozessbeschreibung zu entwickeln, die sowohl Basis für eine zielgerichtete Informationsbedarfsanalyse als auch für eine systemübergreifende Modellierungssprache zum besseren Verständnis verschiedener Fachleute untereinander bildet. Diese Prozessbeschreibung soll dem Anwender helfen, aus der Realität heraus ein einfaches Modell zu generieren, mit dem er schnell und standardisiert weitere projektnotwendige Informationen, z. B. die notwendigen Eingangsdaten, bekommen kann.

Bei der Betrachtung und Modellierung eines beliebigen Logistiksystems wie bei einer näheren Untersuchung der Prozesse im System ist festzustellen, dass ab einer bestimmten Abstraktionsebene unterschiedliche Ausprägungen von Selbstähnlichkeit anzutreffen sind. Die Prozesse wiederholen sich entweder vollständig oder sind strukturell und inhaltlich nur leicht verändert. Anhand von durchgeführten Analysen einiger Logistiksysteme wird dargestellt, dass sich die materialflussorientierten Prozesse im einfachsten Fall auf Basisprozesse wie Behandlungs-, Ortswechsel- und Liegeprozesse zurückführen lassen [BHJ05]. Es wird gezeigt, dass damit der Ablauf auf beliebigen Ebenen durch standardisierte Prozesskettenelemente beschrieben werden kann, was durch Fallbeispiele zur exemplarischen Darstellung der Vorgehensweise weiter untermauert wird. Weiterhin werden der Ansatz zur Darstellung der planerisch dispositiven Prozesse mit ähnlichen Elementen sowie die verbesserten Möglichkeiten einer aus diesem Gesamtansatz resultierenden, zielgerichteten Informationsbedarfsanalyse mit Hilfe eines standardisierten Logistikdatensatzes aufgezeigt. Daraus leitet sich ein weiteres Ziel ab, für die Basisprozesse und die ersten Konkretisierungsstufen Eingangsdaten bereitzustellen, um den zeitaufwändigen Informationsgewinnungsprozess zu unterstützen [BHJ05].

1.2 Vorgehensweise

Wissenschaftliche Abhandlungen zu Standardprozessen in der Logistik sind zunächst nicht neu und wurden bereits häufig, insbesondere in der Materialflusstechnik, unter verschiedenen Aspekten publiziert und diskutiert [Jün89, Agg90, Arn95 et al.]. Diese Ansätze liefern jedoch sowohl bei der Beschreibung des Materialflusses selbst mittels Prozesskettendarstellung [Kuh95] als auch für die Art der dadurch bewirkten Transformation der Güter nur eine anwendungsspezifische und somit eine auf eine einzelne Betrachtungsebene fokussierte Sichtweise. Daher wurden in der Arbeitsgruppe die vorhandenen Ansätze auf ein ganzheitliches Konzept auch für den Bereich dispositiver und planerischer Aufgaben verallgemeinert:

- Definitionen im Kontext der Modellierung von Informations- und Materialflussprozessen formulieren.
- Publierte Ansätze unterschiedlicher Disziplinen für die Modellierung von Informations- und Materialflussprozessen analysieren und bewerten.
- Die Modellierungsansätze für Materialflüsse im SFB analysieren und bewerten.

- Exemplarische Überprüfung der Modellierungsansätze an Hand von Prozessbeispielen aus verschiedenen Anwendungsteilprojekten.
- Übertragung der Ansätze zur Modellierung von Materialflüssen auf die Modellierung von Informationsflüssen

1.3 Definitionen

Grundlage jeder gemeinsamen Arbeit ist ein gemeinsames Sprachverständnis. Da zum einen die Arbeitsgruppenmitglieder aus verschiedenen Teilprojekten stammen aber auch zur Kommunikation ist es daher vorab in einem ersten Schritt notwendig, die relevanten Begriffe für das Themengebiet der Standardprozesse darzustellen und zu definieren, da insbesondere in der Literatur vielfach ein und derselbe Begriff je nach Ausprägung des Anwendungsfalles unterschiedlich belegt ist.

Die Verwendung von *Standardprozessen* hat allgemein das Ziel, Abläufe mit vorgefertigten, einheitlich beschriebenen Vorlagen abzubilden. Sie ist eine generische Methode zur inhalts- und strukturkompatiblen Modellierung von Abläufen. Standardprozesse können in Bibliotheken angelegt die Beschreibung von Prozessen, die Analyse und Abstraktion von Abläufen, die Identifikation von Schwachstellen sowie die Optimierung von Prozessen erleichtern [Hom03]. Einmal definiert und beschrieben können sie jederzeit wieder genutzt und gegebenenfalls modifiziert werden.

Aufbauend auf dem Gedanken der Standardprozesse werden hier Basisprozesse definiert. Ein *Basisprozess* ist die kleinste, inhaltlich und strukturell beschriebene Prozesseinheit, die für die Modellierung verwendet werden kann. Diese Basisprozesse besitzen die strukturelle Eigenschaft der Selbstähnlichkeit, deren Kennzeichen „die Invarianz gewisser Strukturen im Raum oder in der Zeit gegenüber bestimmten Maßstabstransformationen“ ist [Bro06].

Diese Selbstähnlichkeit ermöglicht die Konstruktion logistischer Abläufe auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen, den so genannten *Konkretisierungsstufen*. Damit ist sowohl eine Aggregation einer niedrigeren Konkretisierungsstufe auf eine höhere als auch umgekehrt eine Disaggregation in die entgegengesetzte Richtung gemeint. Welche Konkretisierungsstufe der Modellierer wählt, hängt vom Ziel der Modellierung ab. Ein Beispiel soll diese Vorgehensweise erläutern.

Ist für ein betrachtetes Leistungsobjekt, z. B. eine Europalette, der Transport von einem Lager in ein anderes Lager abzubilden, so kann man dies abstrakt als einen *Ortswechsel* darstellen, bei dem lediglich ein Zeitverbrauch betrachtet wird. Benötigt man zur Erzielung der gewünschten Ergebnisqualität einen höheren Detaillierungsgrad, kann man diesen Ortswechsel jedoch weiter konkretisieren. Dazu ist die Auslagerung als Behandlung, der Transport zum Warenausgang als Ortswechsel, das Verladen wieder als Behandlung etc. zu modellieren, bis man den Transport hinreichend genau abgebildet hat. Die folgende Darstellung (Abbildung 1) soll den Ablauf der Modellierung und Konkretisierung verdeutlichen.

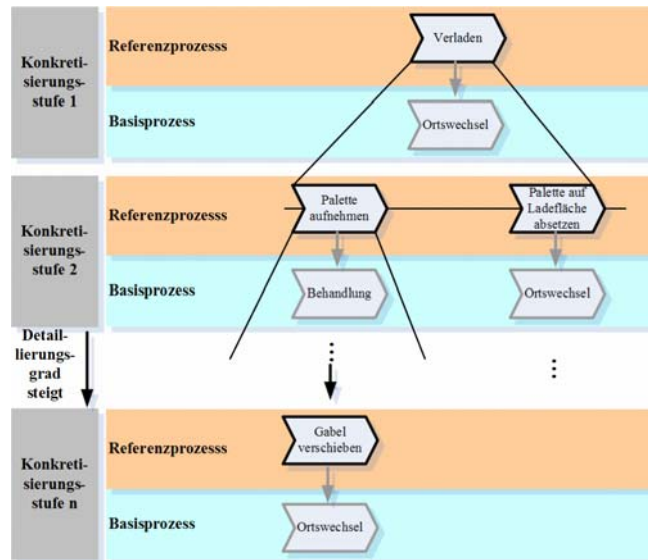


Abbildung 1: Prozesshierarchien und Modellierungsebenen

Eine Verkettung von mindestens zwei Basisprozessen wird als *Basisprozesskette* bezeichnet, oder als eine zeitlich-logische Abfolge von Aktivitäten zum Zweck einer Leistungserstellung definiert. Kuhn sieht die Prozesskette als Mittel zur Darstellung von Material- und Informationsflüssen, wofür abgrenzbare Teilprozesse definiert und die logische Reihenfolge der Durchläufe von Aufträgen und operativen Basisgrößen durch das Unternehmen dokumentiert werden [Kuh95]. Durch die Verkettung der Basisprozesse werden sowohl der zeitliche als auch der inhaltliche Ablauf beschrieben.

Die Projektion von Inhalten in die Struktur einer Prozesskette führt dann zur *Referenzprozesskette*, die somit eine auf einen Anwendungsfall hin inhaltlich konkretisierte Basisprozesskette darstellt. Dem vorherigen Beispiel folgend kann z. B. der Transport von einem Lager in ein anderes Lager als Umlagerungsreferenzprozess bezeichnet werden. Hierzu werden in Kapitel 4 noch ausführlichere Beispiele gebracht, die den im SFB behandelten Anwendungsfeldern angelehnt sind. Unter dem Begriff Referenz wird zusätzlich auch umgangssprachlich ein vorbildlicher Zustand beschrieben, „eine Stelle, auf die verwiesen wird“, wie es der Duden [Dud03] formuliert. Damit bekommt eine Referenzprozesskette zusätzlich die Bedeutung eines anzustrebenden Bestzustandes, eines Benchmarks. Weiterhin wird unter einem Referenzmodell ein Modell verstanden, das als Ausgangspunkt für die Entwicklung auf konkrete Aufgabenstellungen bezogener Problemlösungen dienen kann [BKR05].

2 Ansätze für die Modellierung logistischer Netzwerke

Aus der Literatur sind verschiedene Ansätze zur Modellierung und Analyse von Logistikprozessen bekannt. In der Logistik muss durch das Modellierungsinstrument ein breites Spektrum abgedeckt werden können. Von der Modellierung technischer Prozesse und physischen Materialflüssen, bis hin zu Geschäftsprozessen und Informationsflüssen, müssen verschiedene Sichten auf unterschiedliche Art und Weise analysiert werden. Hieraus resultiert auch die Unterscheidung zwischen eher deskriptiv orientierten Modellierungsansätzen und jenen, die eine stärker formalisierte Beschreibung ermöglichen. Diese formalisierte Darstellung ist erforderlich, um die zu untersuchenden Abläufe direkt in die streng logischen Strukturen einer Software zu implementieren.

2.1 Analytisch fokussiert

Werkzeuge zur Prozessmodellierung können dazu eingesetzt werden, Geschäftsprozesse und Informationsflüsse derart zu beschreiben, dass sie bereits alle notwendigen Details enthalten, um in einer Software umgesetzt zu werden. Diese Arten von Modellierungssprachen werden als analytisch fokussiert bezeichnet, weil sie der genauen funktionellen Analyse und Abbildung der realen Prozesse dienen.

2.1.1 Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)

Ereignisgesteuerte Prozessketten sind eine weit verbreitete Modellierungssprache zur Darstellung von informationstechnisch unterstützten Geschäftsprozessen. Bei der Modellierung in EPK werden drei Basis-Modellierungselemente verwendet [BKR05]. Es gibt Aktivitäten, die als Funktionen modelliert werden und die jeweils Eingangs- und Ausgangsdaten besitzen, Ereignisse, die im Verlauf des Prozesses auftreten und die weitere Abwicklung beeinflussen sowie verschiedene logische Operatoren, die den möglichen Entscheidungsweg darstellen.

EPK finden sich in verschiedenen Ausgestaltungsformen in Softwarepaketen wieder [KoB01]. Eine sehr bekannte Implementierung ist ARIS der Firma IDS-Scheer.

2.1.2 Unified Modelling Language (UML)

Die Unified Modelling Language wurde von der Object Modelling Group definiert und gilt als eine der weit verbreitetsten Standardmethoden zur Beschreibung softwarenaher Prozesse. Dabei greift UML auf die Entwicklungen der objektorientierten Softwareentwicklung zurück und stellt ein Verfahren dar, mit dem Vorlagen für diese Art der Softwareentwicklung erstellt werden können [OWS+03]. Die UML orientiert sich dabei im Detaillierungsgrad sehr an den Anforderungen der Softwareentwicklung, wie die folgende Darstellung verdeutlicht, und wird daher nicht so häufig in der eher deskriptiven Modellierung von Geschäftsprozessen eingesetzt.

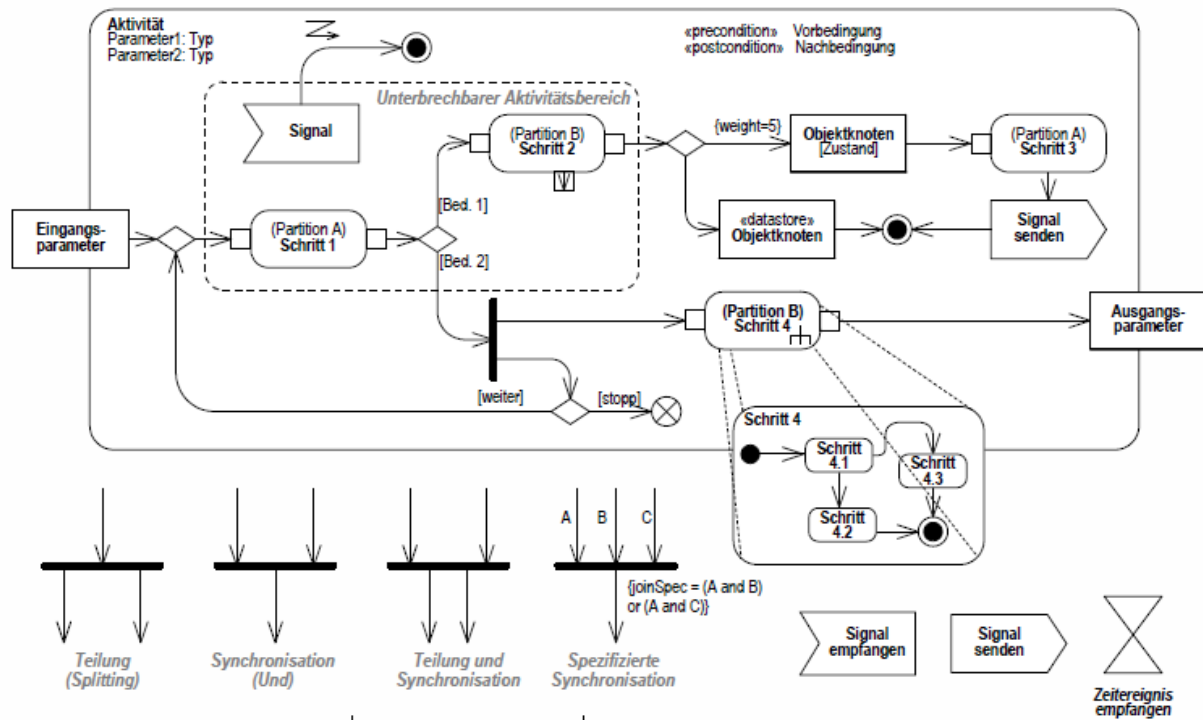


Abbildung 2: Beispiel eines UML-Aktivitätendiagramms (Quelle: www.oose.de/uml)

2.1.3 ProC/B

Die im SFB 559 entwickelte ProC/B-Modellierungssprache schafft eine analysefähige Implementation des Prozessketten-Instrumentariums. Ziel bei der Entwicklung von ProC/B war es, einen Formalismus zu entwickeln, der ohne weitere Transformationen für die Abbildung und modellgestützte Analyse von Logistiksystemen einsetzbar ist [BBT+99]. Wie Abbildung 3 zeigt, bleibt die intuitive Verständlichkeit des Prozessketten-Instrumentariums vorhanden, während gleichzeitig für eine Software notwendige formalisierende Elemente wie z. B. bedingte Verzweigungen oder Konnektoren eingefügt wurden. Das ProC/B-Instrumentarium ist implementiert in einem Prozessketteneditor und ermöglicht ereignisdiscrete sowie kontinuierliche Simulationen und Analysen.

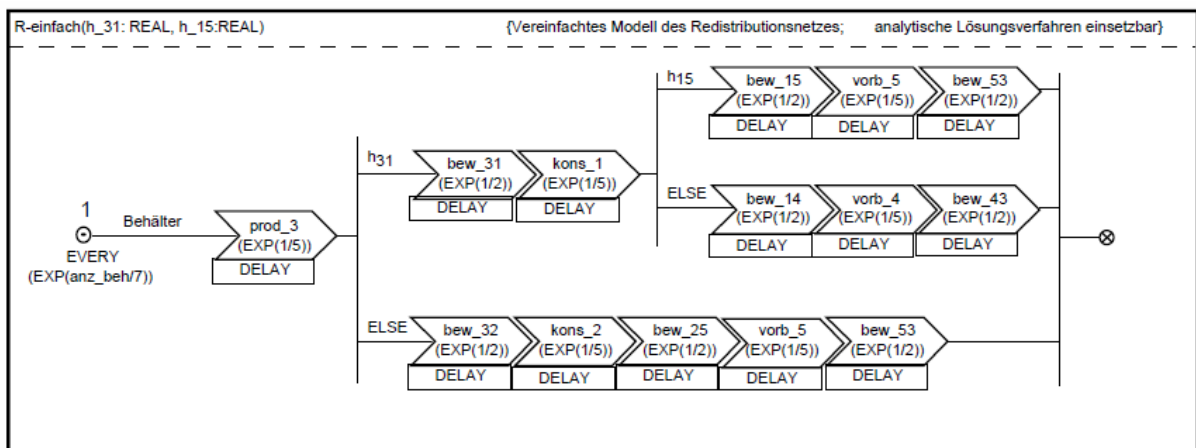


Abbildung 3: Modellbeispiel im ProC/B-Paradigma [BBT+99]

2.2 Deskriptiv fokussiert

Dienen die Prozesse lediglich der allgemeinen Beschreibung der Prozesse, ohne einen hohen Grad an Formalismus für die direkte Umsetzung der Abläufe in Software aufzuweisen, nennt man diese Form der Darstellung deskriptiv fokussiert. Im Folgenden werden die drei geläufigsten dieser Ansätze vorgestellt.

2.2.1 Prozessketten-Instrumentarium

Das Prozessketten-Instrumentarium wurde für den Einsatz in der Logistik entwickelt und kann verwendet werden, um jede Art von Material- und Informationsflüsse darzustellen [Kuh95]. Der logistische Hintergrund wird hierbei in der Auswahl der Potenzialklassen sichtbar. Die Potenzialklassen stellen mögliche Ansatzpunkte für Maßnahmen dar, mit denen Leistungen, Kosten und Qualität der Leistungserbringung durch einen logistischen Prozess verändert werden können. Die Prozesselemente werden entlang einer Zeitachse angeordnet und können mehrere Organisationseinheiten umfassen, wie auch Abbildung 4 deutlich macht. Die klare Ausrichtung auf die Logistik und einfache Formensprache prädestinieren das Instrumentarium für die Modellierung jeglicher Logistikprozesse auf beliebigen Detaillierungsgraden, allerdings ist die Anwendung aufgrund der geringen Formalisierung auf Visualisierung ausgerichtet.

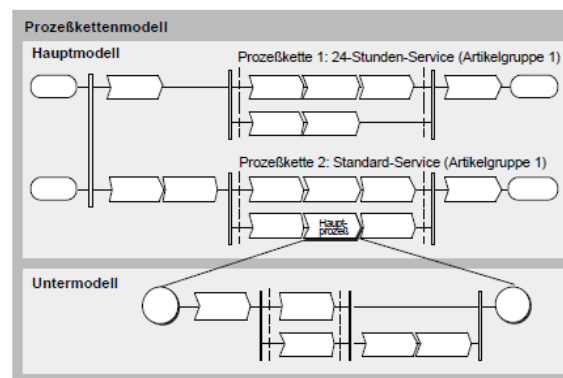


Abbildung 4: Beispielmodell mit Prozessketten-Instrumentarium [KLS02]

2.2.2 SCOR

Das SCOR-Modell des Supply Chain Council bietet die Möglichkeit der unternehmensübergreifenden Modellierung eines Supply Chain Netzwerks [Sco06]. Dabei können die Geschäftsprozesse durch fünf Beschreibungselemente dargestellt werden: Plan, Source, Make, Deliver und Return (vgl. Abbildung 5). Jedes der Elemente kann auf bis zu vier Detaillierungsebenen dargestellt und beschrieben werden, wobei jedoch die detaillierteste vierte Stufe im SCOR-Modell nicht beschrieben wird. Bestandteil des Modells sind jedoch Kennzahlen zur Leistungsmessung in der Supply Chain. Damit und mit dem Verzicht auf eine Definition der detailliertesten Stufe wird bereits deutlich, dass es sich beim SCOR-Modell um eine Methode handelt, die eher der management-orientierten Beschreibung der Prozesskette dient.

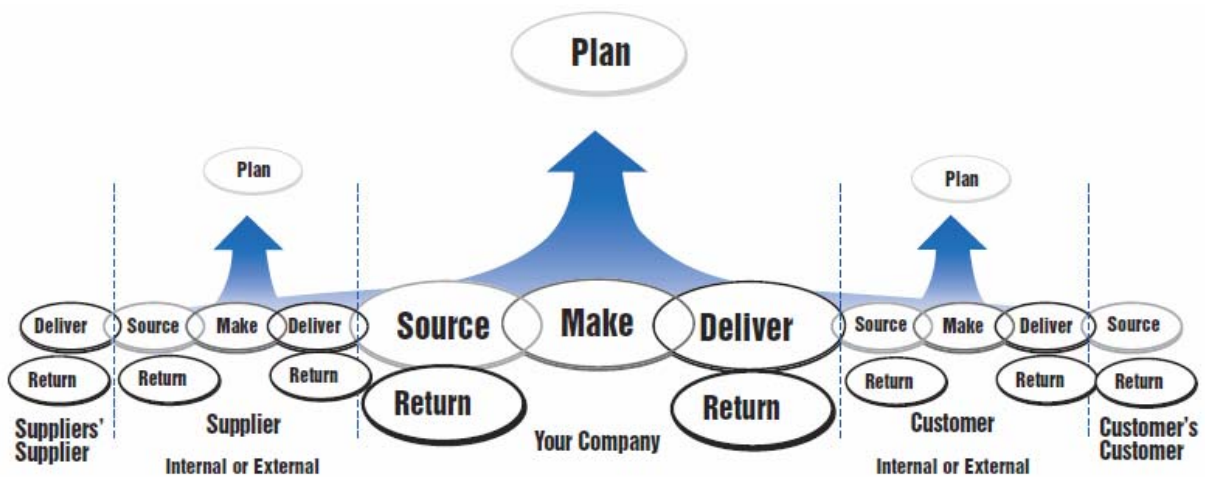


Abbildung 5: Modellierungswelt des SCOR-Modells Version 8.0 (Quelle: www.supply-chain.org)

2.2.3 Business Process Modelling Notation

Ein dritter Ansatz ist die von der Business Process Management Initiative in einer Richtlinie standardisierte Business Process Modelling Notation. Diese Richtlinie regelt bis jetzt das Aussehen und die Semantik der Methodenelemente, wobei in einer späteren Fassung auch Datenaustauschformate zwischen unterstützenden Softwaretools definiert werden sollen [OMG06].

Mit vier verschiedenen Modellierungsobjekten werden die Prozesse beschrieben: Flussobjekte beschreiben die Aktivitäten und logische Verknüpfungen, ähnlich den EPK, Swimmlanes sammeln verschiedene zusammengehörige Flussobjekte (z.B. repräsentiert in Abbildung 6 der Patient eine Swimmlane) in einer Gruppe, während Verbindungsobjekte die Verbindungen zwischen verschiedenen Swimlanes beschreiben. Mit Artefakten können Hinweise und Kommentare an den Prozessen angebracht werden. Wie aus Abbildung 6 ersichtlich, ist die Beschreibungssprache gut verständlich und wenig formalisiert.

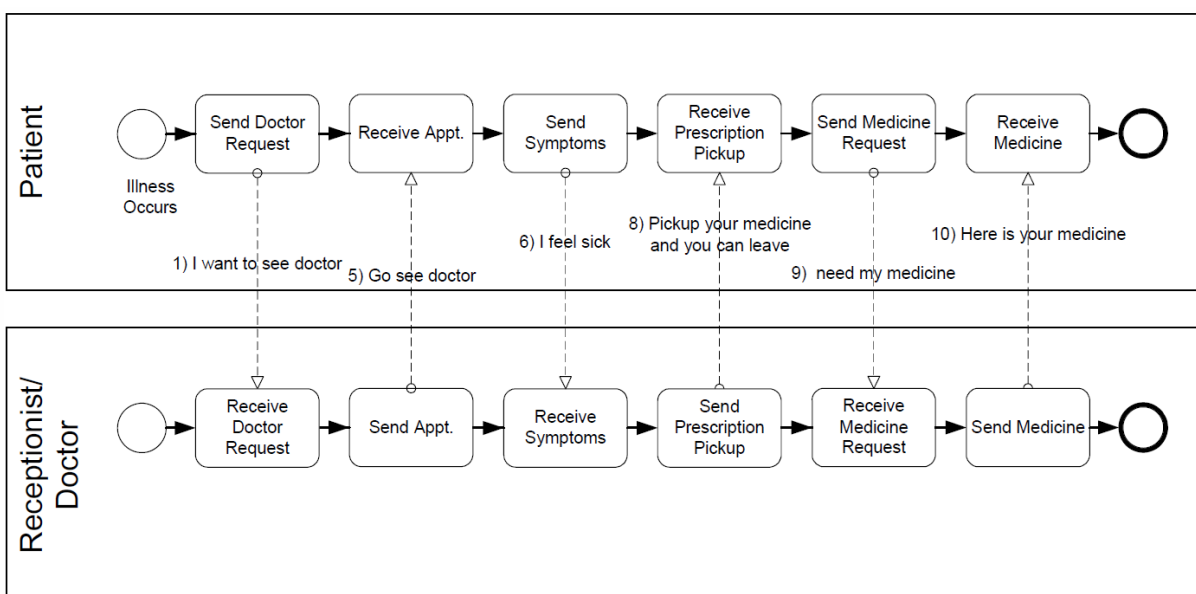


Abbildung 6: Beispielprozess nach der BPMN [OMG06]

2.2.4 Weitere Klassifizierungsansätze

Neben diesen eigenständigen Modellierungssprachen gibt es Klassifikationsschemata, die lediglich dazu dienen, Funktionen, Objekte oder andere Elemente der Logistik wie z.B. Materialflüsse zueinander in Beziehung zu setzen. Diese Ansätze erheben nicht den Anspruch, vollständige Beschreibungssprachen zu sein. Sie konzentrieren sich auf die Beschreibung der klassischen Materialflussaufgaben in der Logistik und greifen auf die gleiche Grundidee zurück, die auch dem Prozessketten-Instrumentarium zugrunde liegt: aus einer Eingangsgröße wird durch eine Transformation eine Ausgangsgröße, die in der Prozesskette weitergereicht wird.

Wildemann [Wil01] und Jünemann [Jün89] klassifizieren die wichtigsten Materialflussprozesse nach der durch sie herbeigeführten Zustandsänderung der Güter. Diese Zustandsänderung wird durch eine Transformation der Logistikobjekte hinsichtlich Zeit, Ort, Menge, Zusammensetzung und Qualität erreicht. Zu den Prozessen des Materialflusses gehören nach Wildemann Lager-, Transport-, Handhabungs-, Kommissionierung-, Umschlags- sowie Verpackungsprozesse. Die einer Zeitänderung zugeordneten Lagerprozesse umfassen dabei das gewollte Liegen von Arbeitsgegenständen im Materialfluss, wohingegen mit den Transportprozessen eine zielgerichtete Überwindung von Raumdisparitäten angestrebt wird. Weiterhin werden in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2860 [VDI90] das definierte Schaffen, Verändern oder vorübergehende Aufrechterhalten einer Anordnung von Gütern, bei denen nicht nur die Position, sondern auch die Orientierung im Raum vorgegeben ist, als Standardprozesse festgelegt. Das Kommissionieren umfasst nach der VDI-Richtlinie 3590 [VDI94] das Zusammenstellen von bestimmten Teilmengen (Artikeln) aus einer bereitgestellten Gesamtmenge (Sortiment) aufgrund von Bedarfsinformationen (Aufträgen). Umschlagprozesse lassen sich demgemäß als „Gesamtheit der Förder- und Lagervorgänge beim Übergang der Güter auf ein Transportmittel, beim Abgang der Güter von einem Transportmittel und wenn Güter Transportmittel wechseln“ definieren, die eine Mengenänderung zum Gegenstand haben. Der Verpackungsprozess besteht aus der Zuführung von leeren Verpackungen und Packgut, dem eigentlichen Packvorgang, sowie der Bereitstellung der Verpackungseinheit zum Transport. Zusätzlich fügt Jünemann zu diesen Materialflussoperationen noch das Prüfen hinzu. Nach der VDI-Richtlinie 3300 [VDI73] ist damit jeder Kontrollvorgang (Messen, Zählen, Wiegen usw.) im Verlaufe des Materialflusses gemeint und bewirkt das Erkennen eines Zustands. Andere Materialflussoperationen wie Puffern, Montieren oder Bearbeiten (Fertigen) sind bei Jünemann explizit aufgezählt, bewirken aber identische Zustandsänderungen wie die bereits zuvor beschriebenen Prozesse. So wird mit dem Prozess Puffern meist nur eine kürzere Zeit überbrückt als mit dem Prozess Lagern. Das Montieren und Bearbeiten (Fertigen) ändert genau wie der Prozess Verpacken den Wert und die Gestalt des Guts. Pfohl [Pfo04] wiederum setzt auf der Definition von Jünemann auf und ergänzt diese. So beinhaltet nach Pfohl der Prozess des Umschlags sowohl das Handhaben der Güter, z. B. bei der Einlagerung der Güter im Regal, als auch das Sortieren der Güter im Rahmen der Kommissionierung. Ein weiteres Modell zur Beschreibung von Referenzprozessen wurde von Figgner entwickelt [Fig07]. Dieses Referenzmodell beschreibt mögliche Prozesse aus der Intralogistik der Ersatzteilversorgung der Automobilindustrie und ist bei der Planung neuer Prozesse behilflich. Ergänzt wird das Referenzmodell durch ein Meta-Modell, welches den Prozess zur Erzeugung neuer Referenzprozessketten definiert.

Diese unvollständige Darstellung macht bereits deutlich, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Klassifizierungsansätzen für Informations- und Materialflussprozesse in der Logistik existieren. Eine generell für alle Aufgabenstellungen universell einsetzbare Modellierungssprache existiert nicht. Für Geschäftsprozesse existieren beispielsweise umfassende Modellierungssprachen, die aus der Softwareentwicklung stammen und eher universell modellieren. Dementsprechend werden diese Sprachen, wie z.B. UML, den Anforderungen an die Softwareentwicklung am ehesten gerecht, bieten aber wenig Unterstützung für die Modellierung logistischer Prozesse an.

Auf der anderen Seite steht z. B. das Prozesskettenparadigma, eine wenig formalisierte Visualisierungssprache für die Kommunikation logistikspezifischer Belange, die aber nur in ihrer erweiterten Form ProC/B, eine systemgestützte Modellierung ermöglicht.

Im Folgenden soll daher ein hybrider Ansatz beschrieben werden, der das Prozessketten-Instrumentarium befähigt, die notwendigen Datenbedarfe ohne weitergehende Formalisierung zu ermitteln, ohne dabei die Anforderungen der Prozessplaner und Kunden einer einfachen Verständlichkeit zu vernachlässigen.

3 Basisprozesse der Logistik

Für Teile der hier zugrunde liegenden Problemstellungen der standardisierten Informationsgewinnung sowie der einfachen Darstellung komplexer logistischer Systeme stellen die in Kapitel 2 zusammengefassten Methoden keinen idealen Lösungsansatz dar, da auf dieser Basis die jeweils notwendigen Informationen nicht einheitlich hinterlegt werden können. Vielmehr müssen wenige einfache, disjunkte Standardprozesse entwickelt werden, mit deren Hilfe jedes beliebige logistische System einfach, aber hinreichend genau darzustellen und der notwendige Informationsbedarf zuzuordnen ist. Hierfür wurde das folgende Konzept der Basisprozesse konzipiert, wobei zunächst die abstrakten Prozesse Behandlung, Ortswechsel und Liegen detektiert und definiert wurden. Bei der Benennung der Prozesse wurden an dieser Stelle bewusst Begriffe außerhalb bereits existierender Definitionen in der Logistik gewählt, um einen Verständniskonflikt bei der Auswahl der definierten logistischen Basisprozesse auszuschließen.

Diese drei nachfolgend beschriebenen Basisprozesse ermöglichen eine zweidimensionale Variation der Prozessdarstellung. In der horizontalen Sicht kann durch ein beliebig kleingliedriges Aneinanderreihen der Basisprozesse eine nahezu beliebig detaillierte Prozessdarstellung erfolgen. In vertikaler Richtung kann durch zunehmende Konkretisierung aus dem eher abstrakten Basisprozess heraus zu immer realeren Darstellungen gefunden werden. Aus einem Ortswechsel von A nach B wird zunächst ein Transport über die Straße oder in einer weiteren Konkretisierung die Fahrt mit einem speziellen Fahrzeug entlang einer vorgegebenen Route.

3.1 Materialfluss

3.1.1 Behandlung

Die Behandlung beschreibt jede Form des unmittelbaren, aktiven Umgangs mit einem Objekt, der mit seiner Zustandsänderung verbunden ist. Damit sind alle Vorgänge eingeschlossen, die direkt den Zustand des Gutes beeinflussen, nicht jedoch diejenigen, die lediglich eine Ortsveränderung herbeiführen. Dem Prozess werden wertschöpfende, handhabende und prüfende Materialflussoperationen zugeordnet.

Als Prozesselemente existieren daher das Zählen, Messen, Prüfen, Wiegen und Analysieren oder auf einem höheren Konkretisierungsniveau z. B. das Greifen oder Einklemmen eines Gutes.

3.1.2 Ortswechsel

Im Gegensatz zum Basisprozess Behandlung lässt sich der Ortswechsel als die gewünschte räumliche Veränderung eines Guts, die aber keine Zustandsveränderung am Gut selbst bewirkt, definieren. Im Kontext des Materialflusses gehören dazu beispielsweise Tätigkeiten wie das Transportieren, das Schieben, das Ziehen, das Tragen, das Bewegen und das Fördern von Gütern.

3.1.3 Liegen

Liegen ist ein Prozess, bei dem weder eine mittelbare noch eine unmittelbare aktive Veränderung an einem Gut erfolgt. Das Liegen ist eine Zeitüberbrückung. Das Lagern, Speichern, Puffern und Bunkern von Ware sind beispielhafte Liegeprozesse. In Teilbereichen führt das Liegen zwar zu Wertschöpfungsprozessen (Reifung) und auch Wertminderungsprozessen (Überlagerung), diese werden hier nicht berücksichtigt, da sie in diesem Zusammenhang Nebenprozesse sind. Sofern sie zum Hauptprozess werden, müssen sie dann mit dem Basisprozess Behandlung beschrieben werden.

3.2 Informationsfluss

Grundsätzlich ist bei den Aufgaben der Basisprozesse in die Abbildung des Materialflusses und des Informationsflusses zu unterscheiden. Stand bis hier der Materialfluss im Vordergrund, gilt es im Weiteren, die Modellierungsansätze auf den Informationsfluss mit planerischen und dispositiven Prozessen zu verallgemeinern. In diesem Zusammenhang bietet die nachfolgende Übersicht einen ausführlichen Einblick.

3.2.1 Behandlung

Unter der Behandlung versteht man die Veränderung der Informationen im Informationsfluss. Darunter fallen zum Beispiel die Transformation in bestimmte Datenformate genauso wie das Hochsetzen eines Zählers zur Synchronisation des Materialflusses oder auch das Verändern warenbegleitender Informationen auf einem RFID-Chip.

3.2.2 Ortswechsel

Der Ortswechsel stellt die Übermittlung von Informationen in beliebiger Form dar. Dies kann z. B. eine elektronische Datenübertragung oder auch eine mündliche oder fernmündliche Übertragung von Sprache sein. Transportmittel können hier z. B. Datenleitungen sein.

3.2.3 Liegen

Das Liegen entspricht dem Speichern der Informationen. Das Informationsspeichern kann schriftlich oder elektronisch erfolgen, die Information kann aber auch als Wissen im menschlichen Gehirn gespeichert sein.

3.3 Logistikdatensatz

Um für die Planung und Simulation mit den Basisprozessen die entsprechenden Eingangsdaten gezielt erheben zu können, benötigt der Anwender Informationen über die Datenbedarfe der Prozesse in ihren verschiedenen Konkretisierungsstufen. Daher wurde der bereits im Vorfeld konzipierte Logistikdatensatz (vgl. [HJK+05], [BHJ05]) weiter entwickelt.

Dieser Datensatz hält die Gesamtmenge der für Logistikprojekte benötigten Daten bereit. Daher wurden im Rahmen einer umfassenden Recherche zunächst die Datenbedarfe einschlägiger Simulationswerkzeuge, die in typischen ERP-Systemen vorhandenen Daten sowie die Ergebnisse mehrerer Expertenbefragungen zu typischen Datenbedarfen aus Planungs- und Simulationsprojekten abgeglichen und zusammengeführt.

In einem weiteren Schritt wurden diese Datenbedarfe entsprechend der definierten Basisprozesse für den Informations- und Materialfluss sortiert (siehe Abbildung 7).

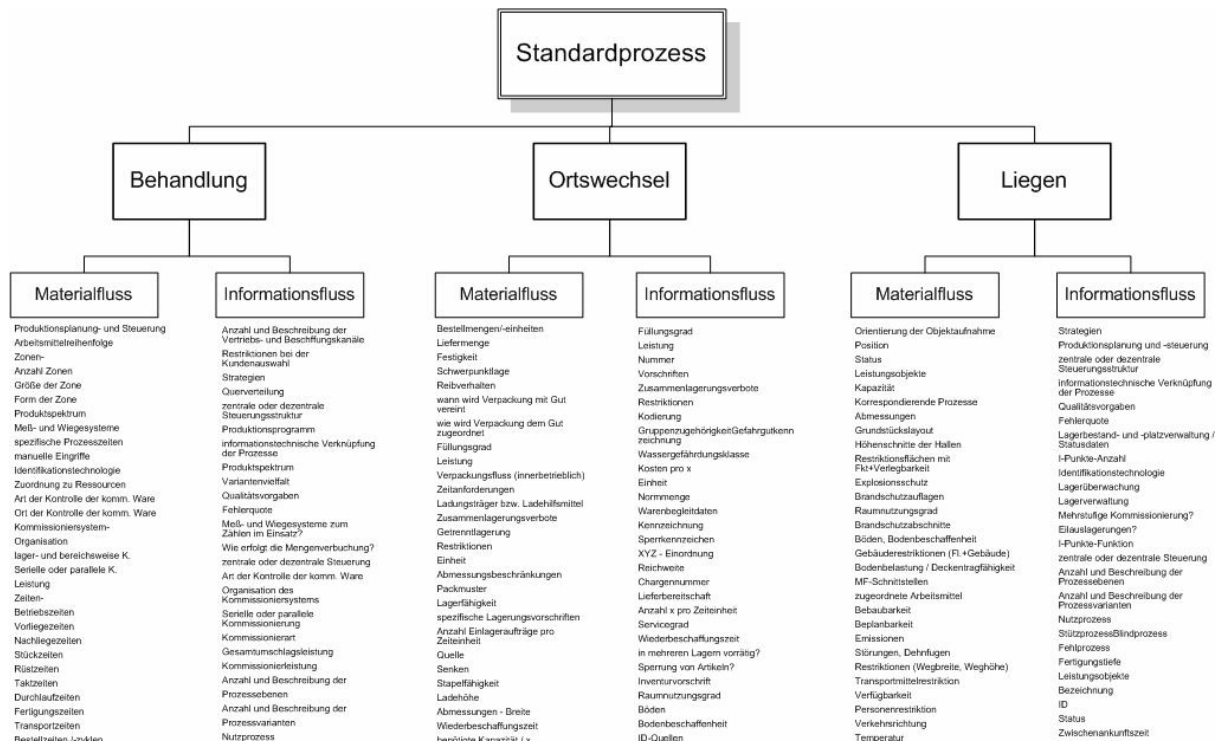


Abbildung 7: Ausschnitt aus dem Logistikdatensatz

Werden diese Bedarfe nun den verschiedenen Konkretisierungsstufen oder Referenzprozessen zugeordnet, kann der Anwender nach der Modellierung mit den Basisprozessen in der von ihm benötigten Konkretisierungsstufe die für die Planung oder Simulation seines Prozesses zu erhebenden Daten explizit ablesen und eine zielorientierte Datenbeschaffung starten.

Ein Effekt der Basisprozesse aus der Sicht der Informationsgewinnung ist es, bei möglichst abstrakter Abbildung den Aufwand für die Datenerhebung erheblich zu reduzieren, da deutlich weniger Daten für eine Prozessdarstellung benötigt werden.

4 Standardisierte Prozessketten aus Basisprozessen

Nach der Definition dieser Basisprozesse wird deren Anwendbarkeit im Hinblick auf Klarheit und Vollständigkeit überprüft. Die Basisprozesse müssen hierbei klar und für den Modellierer deutlich darstellbar sein, wobei alle beliebigen Prozesselemente mit den drei Basisprozessen darstellbar sein müssen.

Diese Übersetzung in Referenzprozesse – dies gilt auch für jede andere Erstellung standardisierter Prozessketten – führt nur im Zusammenhang mit einem einheitlichen und vor allem systematischen Vorgehen zu belastbaren Ergebnissen, so dass von folgenden Vereinbarungen auszugehen ist:

- Es muss Klarheit über das Ziel der Modellerstellung und damit über Haupt- und Nebenfragestellungen der Analyse des Prozesskettenplans bestehen. Die Prozesse sind dementsprechend zu modellieren und relevante Parameter zu erfassen.
- Als Bezugsgröße der Prozesskettenmodellierung ist das Leistungsobjekt festzulegen. Aufträge und Behälter sind typische Leistungsobjekte logistischer Prozessketten. Eine Referenzprozesskette muss immer leistungsobjektspezifisch modelliert werden.
- Konkretisierungsstufen ergeben sich nahezu automatisch aus der formulierten Zielsetzung. Sie können jedoch innerhalb einer Prozesskette variieren.

Die Übersetzung realer Prozesse in die Basisprozesse orientiert sich konkret an folgender Transformationsmatrix (Tabelle 1), in der Kriterien dargestellt sind, nach denen ein tatsächlicher Prozess u. a. aus den untersuchten Prozesskettenplänen einem Basisprozess zuzuordnen ist. Um dem Prozesskettenparadigma zu entsprechen wird jeder Prozess mit einem Zeitverbrauch verbunden. Wird in dieser Prozesszeit weder der Ort noch der Zustand verändert ist der Prozess dem Basisprozess „Liegen“ zuzuordnen. Wird jedoch zusätzlich der Zustand geändert wird es zum Basisprozess „Behandlung“, bei einer Veränderung des Ortes zu einem „Ortswechsel“. Ist die Zustandsänderung mit einem Ortswechsel verbunden ist zu untersuchen, welches die Hauptfunktion darstellt. In einer Blechpresse in der das Werkstück in einer Seite eingelegt und nach der Umformung an der anderen Seite entnommen wird ist die Zustandsänderung die Hauptfunktion und der Prozess ein „Behandlungsprozess“. Sind jedoch der Ortswechsel und die Zustandsänderung gleichrangig sind daraus zwei Basisprozesse zu bilden und bei zeitlicher Parallelität auch parallel in die Prozessdarstellung einzuzeichnen.

		Veränderliche im Basisprozess		
		Zeit	Ort	Zustand
Basisprozess	Behandlung	+		+
	Ortswechsel	+	+	
	Liegen	+		

Tabelle 1: Transformationsmatrix

Zur Anwendbarkeitsprüfung wurden in der Arbeitsgruppe verschiedene Prozesse der entsprechenden Teilprojekte mit den Basisprozessen dargestellt und konkretisiert um auf mögliche Schwachpunkte oder nicht darstellbare Prozesse zu kommen.

Vorab kann als Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen im Rahmen einer ersten Überprüfung der Anwendbarkeit der postulierten Modellierungsansätze auf die ausgewählten Prozesskettenpläne generell festgehalten werden, dass sich alle untersuchten Pläne mit Hilfe der Basisprozesse abbilden lassen. Abbildung 8 zeigt in diesem Zusammenhang beispielhaft die Transformation eines Materialflusses in Form eines Behälterflusses in einem geschlossenen Mehrwegsystem auf eine sehr einfache Weise, um im weiteren Verlauf des Kapitels konkreter in die exemplarische Modellierung typischer Teilprobleme in den einzelnen Anwendungsfelder einzusteigen.

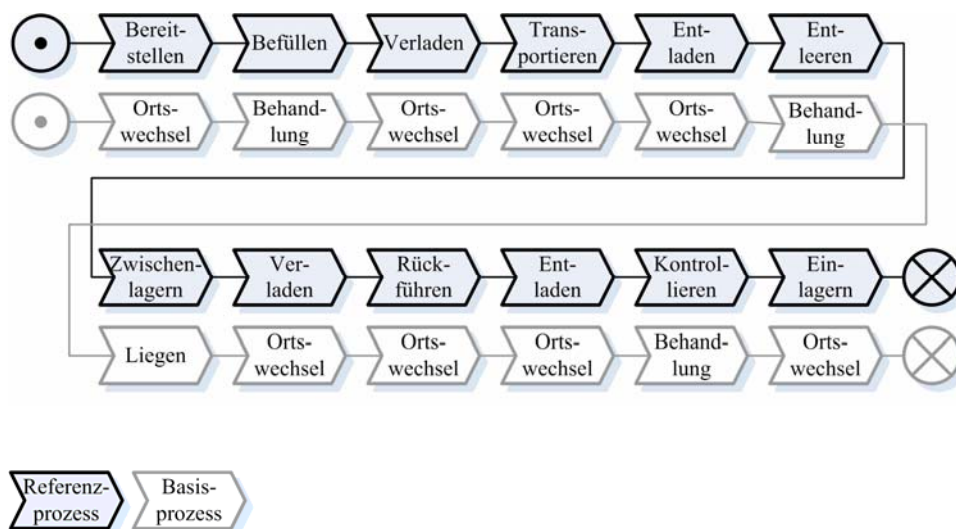


Abbildung 8: Behälterfluss in einem geschlossenen Mehrwegsystem

Um den Nutzen der entwickelten Basisprozesse weiter zu verdeutlichen, werden im Folgenden für die durch die Arbeitsgruppenmitglieder repräsentierten Teilprojekte des SFB 559 typischen Anwendungsgebieten aus den Basisprozessen beispielhafte Referenzprozesskettenelemente gestaltet.

4.1 A2 „Beschaffungsketten“

Im Folgenden werden Auszüge aus dem Teilprojekt A2 „Beschaffungsketten“ dargestellt. Beschrieben wird der Pick-Up-Prozess gemäß VDA 5004 [VDA03]. Dieser stellt einen Beschaffungsprozess dar, der mit der Materialbedarfsermittlung beim Kunden beginnt und mit der abgeschlossenen und bezahlten Lieferung beim Kunden endet. Eine Übersicht der Prozesskette und den vorgestellten Konkretisierungsstufen liefert Abbildung 9.

Konkretisierungsstufe 1

Im Rahmen des Beschaffungsprozesses werden zunächst die Materialbedarfe ermittelt. Dieser Referenzprozess befasst sich mit der Bedarfsermittlung sämtlicher für die Leistungserstellung benötigten Güter und Materialien. Der Beschaffungsprozess auf der ersten Konkretisierungsstufe ist dem Basisprozess der Behandlung zuzurechnen.

Der Prozess der Behandlung umfasst folgende Aspekte, die es zu koordinieren gilt:

Zunächst ist es erforderlich das Personal, das im Prozess der Behandlung tätig ist, zu koordinieren. Hierbei wird die benötigte Anzahl an Arbeitskräften und deren notwendige

Qualifikation und Position in der hierarchischen Struktur bestimmt. Arbeits- und Hilfsmittel sind ebenfalls entscheidende Faktoren über deren Gebrauch entschieden werden muss. Hier stellt sich die Frage, welche IT-Systeme und notwendige Dokumente am besten geeignet sind, den Prozess der Behandlung zu unterstützen. Des Weiteren gilt es Kommunikationsmittel und deren Anwendung zu spezifizieren. Hierbei muss entschieden werden, ob die Informationsübertragung im Basisprozess der Behandlung auf elektronischem oder schriftlichem Wege erfolgen soll. Darüber hinaus sollen die notwendige Software und die Häufigkeit der Kommunikationsvorgänge bestimmt werden. Ansprechpartner und Kontaktpersonen werden festgelegt und Schnittstellen lokalisiert. Werkzeuge, Kontroll- und Prüfmittel als weitere Tools lassen Fragen bezüglich deren Anzahl und Art aufkommen. Ebenfalls sind die notwendigen Dokumentationsanforderungen und die Häufigkeiten der Kontrollen zu determinieren. Als letzten Parameter der Behandlung sei die Beschaffung an sich zu nennen. Hierbei ist es notwendig die Quellen des Materials und der Informationen sowie alternative Beschaffungsquellen zu ermitteln.

Konkretisierungsstufe 2:

Auf der zweiten Konkretisierungsstufe werden die Hauptprozesse aufgeführt, die im Folgenden näher erklärt werden. Zunächst sei darauf verwiesen, dass die zweite Konkretisierungsstufe in die Leistungsobjekte Auftrag, Material und Rechnung gegliedert wird.

Das erste Leistungsobjekt bezeichnet einen Beschaffungsauftrag, an den die Hauptprozesse Auftragsübermittlung und Transportplanung geknüpft sind. Im Rahmen der Auftragsübermittlung werden die Bedarfsdaten des Empfängers in Form des Liefer- und Versandabrufes an den Zulieferer, der die Bedarfsdaten mit der Verfügbarkeit der bestellten Güter und den benötigten Packmitteln überprüft, übertragen. Gefolgt wird dieser Prozess von der Transportplanung innerhalb derer eine Überführung des Versandplans vom Empfänger in Transportabrufe erfolgt. Die Spediteure werden in den Informationsfluss integriert und mit den Transportabrufen, auf dessen Basis die Tourenplanung durchgeführt wird, versorgt. Die Tourenplanung resultiert in einer fahrzeugbezogenen Abholliste, die die zuständige Person dem Zulieferer übergibt.

Nach Abschluss der Transportplanung kommt das zweite Leistungsobjekt, das Material, zum Tragen. In diesem Zusammenhang wird der Hauptprozess der Bereitstellung, der die Dokumentenerstellung, die Materialbereitstellung und die Sendungszusammenstellung durch den Zulieferer auf Basis der fahrzeugbezogenen Abholliste beinhaltet, geknüpft.

Innerhalb der Abholung, die ebenfalls dem Leistungsobjekt des Materials zugerechnet wird, überprüft der Fahrer beim Zulieferer, ob die Abholliste in Bezug auf Identität und Menge mit den bereitgestellten Gütern übereinstimmt. Trifft dies nicht zu, wird eine Abweichungsanalyse durchgeführt. Es folgt die Verladung und Quittierung der Güter.

Im Anschluss an die Abholung folgt die physische Übertragung der Güter, also die Transportdurchführung. Hierbei werden die Ausgangsinformationen vom Zulieferer an den Empfänger versandt sowie die Transportstatusinformationen durch den Spediteur bereitgestellt.

Der vorletzte Hauptprozess, die Anlieferung, beginnt, wenn die Ware beim Empfänger eingetroffen ist und dieser die Lieferinformationen bereits erhalten hat. Dieser Prozess schließt mit den physisch und buchhalterisch vereinnahmten Waren beim Empfänger.

Der Referenzprozess in Bezug auf das Leistungsobjekt „Material“ wird beendet, wenn das Material ausgeliefert wird.

Die Rechnung, welche ein eigenes Leistungsobjekt darstellt, beginnt mit der Wareneingangsbuchung auf der Grundlage der Lieferinformationen bzw. des Entladenachweises. Der Prozess ist beendet, wenn das Zahlungsavis beim Zulieferer bzw. Spediteur eingegangen ist und die Rechnung beglichen wird.

Die zweite Konkretisierungsstufe endet mit der Erfüllung des Auftrags.

Während die Hauptprozesse Transportplanung, Bereitstellung und Anlieferung als Basisprozess eine Behandlung beinhalten, sind die Prozesse der Auftragsübermittlung, Transportdurchführung und der Zahlung einem Ortswechsel zuzuschreiben. Der Prozess der Behandlung wurde zuvor schon näher erläutert. Der Basisprozess „Ortswechsel“ kann zum Beispiel folgende Parameter beinhalten: Personal und Kommunikationsmittel (hierbei sind die gleichen Aspekte zu berücksichtigen wie bereits in der Behandlung), Termine, Organisation und Transportmittel. Bezüglich Termine sollte sich das planende Unternehmen mit Abweichungen zwischen den geplanten und den tatsächlichen Lieferterminen auseinandersetzen.

Konkretisierungsstufe 3:

In einer dritten Konkretisierungsstufe wird beispielhaft der Prozess der Abholung weiter in seine Bestandteile aufgegliedert. Hierbei erfolgt wiederum eine Aufteilung nach Leistungsobjekten (Material und Auftrag). Der Prozess der Abholung kann beginnen, wenn das benötigte Material zur Verfügung steht. Im Rahmen einer Qualitätskontrolle werden die Verpackungen der abgehenden Waren auf Beschädigungen kontrolliert. Dieser Prozess findet innerhalb des Leistungsobjekts „Material“ statt und wird anschließend vom Leistungsobjekt „Auftrag“ abgelöst. Es folgt ein Vergleich der Behältermengen mit den Begleitpapieren. Die Transport- und Sendungsbelege werden gescannt. Als nächstes wird ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt, um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Treten in diesem Zusammenhang Abweichungen auf, wechselt das Leistungsobjekt wieder auf Material. Die überschüssigen Waren werden entfernt, um dann in einem nächsten Schritt die Begleitpapiere anzupassen und die fehlenden Waren zu ergänzen (Leistungsobjekt ist wiederum der Auftrag). Sind diese Prozesse abgeschlossen werden die Transportmittel beladen (Leistungsobjekt ist das Material) und die Warenübernahmen im Rahmen des Auftrags quittiert, womit der Hauptprozess der Abholung abgeschlossen ist und somit die Transportdurchführung folgen kann. Der Prozess der Abholung ist abgeschlossen, wenn innerhalb des Leistungsobjekts Material das Material abgeholt und innerhalb des zweiten Leistungsobjekts der Auftrag erfüllt ist.

Sämtliche Prozesse dieser Konkretisierungsstufe beinhalten, mit einer Ausnahme, als Basisprozess die Behandlung. Die Ausnahme stellt die Beladung der Transportmittel dar. Hierbei wird ein Ortswechsel der Ware durchgeführt.

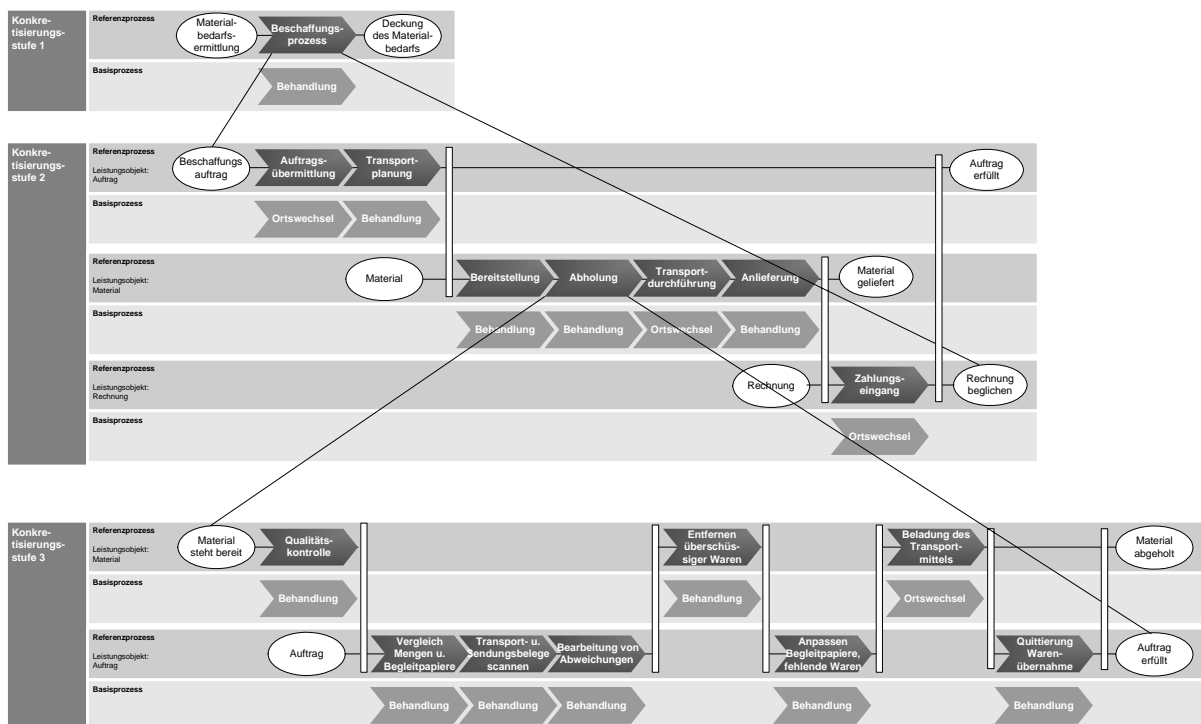


Abbildung 9: Beispielhafte Darstellung von Konkretisierungsstufen im Teilprojekt A2 "Beschaffungsketten"

4.2 A4 „Güterverkehrszentren“

Das nachfolgende Beispiel beschreibt die Bewegung von zielgleichen Sendung durch ein GVZ-Netz vom Versender zum Empfänger unter Nutzung der Standardprozesse Liegen, Ortswechsel und Behandeln. Eine Übersicht zu den vorgestellten Konkretisierungsstufen liefert Abbildung 10.

Konkretisierungsstufe 1

Auf der ersten Konkretisierungsstufe liegt der Fokus auf den Großladungsträgern, die eine Anzahl von Sendungen durch das Transportnetz befördern. Dabei werden der Transport und die Handhabung von Containern oder Wechselbrücken in der Transportkette des kombinierten Verkehrs über Schiene und Straße beschrieben. Auf der zweiten Konkretisierungsstufe erfolgt eine detaillierte Betrachtung der Vorgänge in der Stückgutumschlaghalle. Dabei wird der Fokus auf das Leistungsobjekt Sendung gelenkt und die Prozesse in Verbindung mit der einzelnen Sendung betrachtet. Während die Sendungen im Fokus stehen und Objekt von Prozessen sind, verbleiben die Großladungsträger für diesen Zeitraum inaktiv an den Wareneingangs- und Warenausgangstoren.

Konkretisierungsstufe 2

In einer groben Sichtweise des Transportes von Gütern durch ein Netz von Güterverkehrszentren wird die Prozesskette des kombinierten Verkehrs zugrunde gelegt. Als umschließendes Ladehilfsmittel während des gesamten Transports dienen die Großladungsträger. In dem Großladungsträger befinden sich Sendungen für unterschiedliche Kunden an unterschiedlichen Zielen. Diese Sendungen müssen an den Knoten innerhalb des Netzwerkes sortiert und durch das Netzwerk geroutet werden. Die Prozesskette des gewählten Beispiels beginnt mit der Aufnahme eines Großladungsträgers beim Kunden durch ein Straßenverkehrsmittel. Dieses transportiert ihn zum Güterverkehrszentrum und dort explizit zum Wareneingangstor einer Stückgutumschlaghalle. Nach der Sortierung der Sendungen in der SUH wird der beladene Großladungsträger aufgenommen und zum KV-Terminal transportiert, in dem er auf einen wartenden Zug mit einem Kran oder Reach-Stacker umgeladen wird. Nach vollzogener Beladung des Zuges und dessen Abfertigung erfolgt der Hauptlauf zwischen Anfangs- und Ziel-GVZ. Im Ziel-GVZ wird der Großladungsträger entweder in ein Großbehälterdepot oder direkt auf einen abtransportierenden Lkw geladen. Ist eine Zwischenlagerung im Depot gefordert, muss ein zweiter Handhabungsvorgang auf den später eintreffenden Lkw erfolgen. Der Lkw transportiert den Großbehälter zum Wareneingang der Stückgutumschlaghalle im Ziel-GVZ, in dem er entladen wird. Die Sendungen werden kundenrein sortiert und auf die jeweiligen Warenausgangstore und damit auf unterschiedliche Großladungsträger verteilt. Wiederum mit einem Lkw erfolgt die Auslieferung der konsolidierten Sendungen zum Kunden am Zielort.

Konkretisierungsstufe 3

Eine detaillierte Beschreibung der Prozesskette des kombinierten Verkehrs schließt die Betrachtung der einzelnen Sendung mit ein, da dies das primäre vom Kunden wahrgenommene Leistungsobjekt in der Transportkette ist. Die Abwandlung der zuvor beschriebenen Prozesskette findet sich in den Prozessen zwischen dem An- und Abdocken von Großladungsträgern an den Toren der Stückgutumschlaghallen. Dort werden die beförderten Sendungen sortiert, verteilt, konsolidiert und gegebenenfalls im Rahmen von Value Added Services behandelt. Die Prozesskette innerhalb des Moduls Stückgutumschlaghalle weist folgende Abfolge auf. Nach dem Prozess des Andockens am Wareneingangstor erfolgt eine Identifizierung der Ware anhand der vorliegenden Liefer- und Bestellinformationen des

Lagerverwaltungssystem. Danach wird aus den aufgenommenen Daten nach Vorgaben der Lagerverwaltung entweder ein Lagerprozess angestoßen, die Ware im Cross-Docking-Verfahren sortiert und direkt auf die Warenausgangstore verteilt oder in anstehende Kommissionieraufträge übernommen. Im Falle einer Mehrwertdienstleistung wird dieser Prozess je nach Ausprägung direkt nach der Warenvereinnahmung oder im Versandbereich durchgeführt. Die Zusammenstellung der zielreinen Lieferung erfolgt aus Sendungen mit unterschiedlicher prozessualer Vorgeschichte und auf Basis der Daten aus dem Lagerverwaltungssystem, das die Informationen zu Prozesszeiten und Zeitfenstern für den spezifischen Transportauftrag besitzt. Nach der Konsolidierung der Waren und Bereitstellung am Warenausgangstor wird der Großladungsträger beladen und steht zur Abholung durch den Lkw für den Transport zum KV-Terminal bereit.

Standardprozesse

Der grobe Prozess „Kombinierter Verkehr“ auf der ersten Konkretisierungsstufe ist ein Prozess des Typs Ortswechsel. Schon in der zweiten Konkretisierungsstufe wird deutlich, dass sich dieser Ortswechsel, den der Kunde als einzige logistische Leistung bestellt hat, aus mehreren unterschiedlichen Teilprozessen und Typen von Standardprozessen zusammensetzt, die der Logistikdienstleister koordinieren muss. Die Transporte zwischen Kunden und Knotenpunkten im Netz bleiben weiterhin Ortswechsel, jedoch kommen Liegeprozesse bei der Depotlagerung und Behandlungsprozesse durch den Umschlag in den KV-Terminals hinzu. Auf der dritten Konkretisierungsstufe erfolgt eine weitere Detaillierung des Prozesses „Umschlag in der Stückgutumschlaghalle“, indem der ursprüngliche Behandlungsprozess in seine elementaren Liege-, Ortswechsel- und Behandlungsprozesse untergliedert wird. Liegeprozesse innerhalb der Stückgutumschlaghalle sind dabei Pufferungen in Wareneingang und –ausgang, sowie Lagerprozesse zur Vorratshaltung und zur Kommissionierung. Umschlagprozesse erfolgen beim Lagern, Kommissionieren, Sortieren und Verteilen manuell, teilmanuell durch Stapler oder vollautomatisch durch Paletten- und Behälterfördersysteme, fahrerlose Transportsysteme oder Regalbediengeräte. Eine weitere Detaillierung ließe wiederum auf einer weiteren Konkretisierungsstufe eine Untergliederung der innerbetrieblichen Umschlagprozesse in ihre elementaren Standardprozesse zu, bei der die Prozesse auf Ebene der intralogistischen Leistungserbringung analysiert werden müssten.

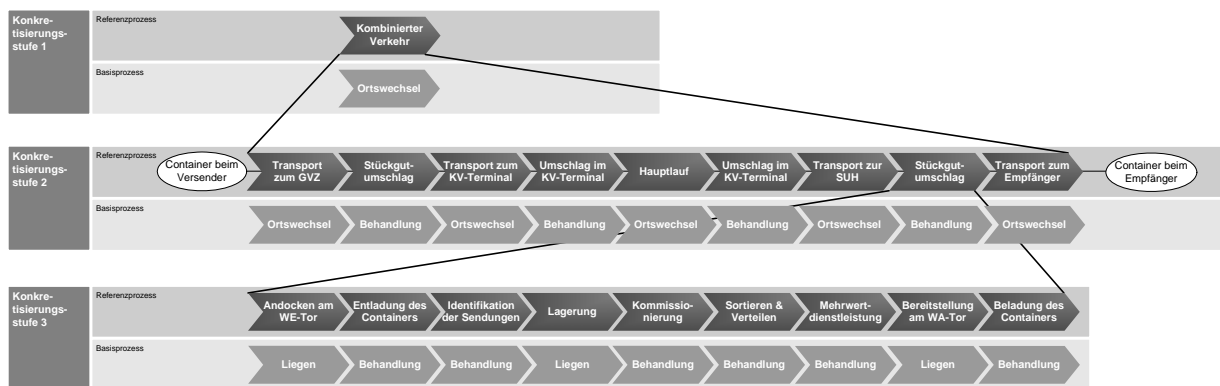


Abbildung 10: Beispielhafte Darstellung von Konkretisierungsstufen im Teilprojekt A4 "Netze und Güterverkehrszentren"

4.3 A11 „Redistributionsnetze“

Nachfolgendes Beispiel beschreibt nach Richtlinie VDI 4460 [VDI03] allgemein ein Mehrwegsystem als Tauschsystem auf der Basis eines Direkttausches. Bei diesem bilateralen System werden nach Anlieferung des Vollgutes beim Empfänger direkt volle gegen leere Mehrwegtransportverpackungen (MTV) im Verhältnis 1:1 getauscht und anschließend zum Versender zurückgeführt. In der Praxis wird dieser Tausch auch durch so genannte Paletten-

oder z. B. Behälterscheine ergänzt, die das geforderte Tauschverhältnis bei fehlenden bzw. physisch nicht vorhandenen MTV garantieren.

Das wichtigste Merkmal des Direkttausches ist das Fehlen eines externen Pool-/Systembetreibers. Der Versender selbst organisiert den MTV-Kreislauf. Abbildung 11 stellt dar, dass der Prozess mit der Bestellung der Ware durch den Kunden beim Versender beginnt. Der wiederum gibt dem Empfänger nach Prüfung eine (positive) Rückmeldung und leitet den Auftrag innerbetrieblich weiter. Die Produkte werden verpackt und das Vollgut, d. h. MTV inkl. Ware, bereitgestellt. Danach erfolgt der Versand zum Empfänger, der die Ware annimmt und dem Versender ein Äquivalent an Leergut und Behälterscheinen übergibt. Beim Versender wieder eingetroffen, wird das Leergut angenommen, rekonditioniert und eingelagert. Das vorliegende Beispiel basiert konkret auf einem Chemieunternehmen als Versender, das kundenbezogene Mehrwegkreisläufe zur Bereitstellung von Chemikalien für die Halbleiterindustrie betreibt. Zu diesem Zweck besteht aus Gründen der Qualität und auf Wunsch der Kunden (Empfänger) eine feste Zuordnung zwischen MTV, Produkt und Kunde. Das Chemieunternehmen beschafft die MTV, gestaltet deren Annahme, lagert und befüllt die MTV und stellt sie der Distribution zur Verfügung. Die Hauptaufgaben sind allerdings – bezogen auf das Mehrwegsystem – Wareneingang, Rekonditionierung, Lagerung, Disposition von MTV für die Produktion, Befüllung, Versand sowie die MTV-Verwaltung. Die Prozesse, die in diesem System aus Sicht des Modellierers bzgl. der Redistribution von MTV relevant sind, werden vorwiegend durch Konkretisierungsstufe 2 repräsentiert.

Als Systemlast gelten im Allgemeinen die abzuarbeitenden Aufträge des Systems, die hier in Form auszuführender Distributions- und Redistributionsaufträge ausgelöst durch Aufträge der Kunden in Form von Bestellungen definiert sind. Konkretisierungsstufe 1 nennt daher die Auftragsbearbeitung als zentralen Prozess. Die Redistributionsaufträge werden zur Vereinfachung als direkt abhängige bzw. gekoppelte Größe der Distribution betrachtet. Die Systemlast ist zudem kundenbezogen. Das Analyseziel liegt in der Minimierung des jeweiligen MTV-Umlaufbestandes begründet. Dieser ist als Summe der MTV definiert, die bei den Kunden, beim Chemieunternehmen und auf dem Distributions- und Redistributionsweg vorhanden sind – unter Einhaltung von Terminrestriktionen. Als weitere Randbedingung treten MTV weder aus dem System aus, noch werden sie hinzugefügt, auch Behälterscheine finden keine Berücksichtigung.

Konkretisierungsstufe 3 spezifiziert die „Hauptprozesse“ der vorherigen Stufe und beschreibt in diesem Fall exemplarisch die Warenannahme bei den Kunden des Chemieunternehmens und damit die Schnittstelle zwischen innerbetrieblichem und außerbetrieblichem Materialfluss. In diesem Bereich wird das Vollgut angenommen und für den Informationsfluss erfasst. Die Erfassung kann z. B. durch den Einsatz der RFID-Technologie erfolgen. Das auftragsrelevante Vollgut wird angenommen und abgeladen, danach identifiziert sowie ggf. vereinzelt, kontrolliert und gepuffert und anschließend im Betrieb transportiert.

Umsetzung der Referenz- in Basisprozesse

Von Seiten der Auftragsbearbeitung, d. h. den Bestellungen der Kunden, sowie den Distributions- und gekoppelten Redistributionsaufträgen sind die aufgeführten Referenzprozesse in die Basisprozesse Behandlung und Ortswechsel überführt worden. Als Beispiel fällt „Bestätigen Auftrag“ in die Kategorie Behandlung, weil die Zustandsänderung des Auftrags im Sinne vorbereitender Tätigkeiten wie ein notwendiger Kapazitätsabgleich für MTV verbunden mit etwaigen Freigaben etc. im Vordergrund steht.

Die einzelnen Prozessketten des Leistungsobjekts Auftrag als Teil des insgesamt abgebildeten Prozesskettenplans dienen im Wesentlichen als Auslöser bzw. Öffner und Schließer MTV bezogener Prozessketten. Bei diesen ist wiederum in erster Linie ein Mix aus den Basisprozessen Behandlung und Ortswechsel zu erkennen. Deren Zuordnung lässt sich leicht aus dem Gesamtzusammenhang und der Bezeichnung der Referenzprozesse unter Beachtung des Leistungsobjekts MTV erschließen. Einzig der Basisprozess Liegen tritt in Konkretisierungsstufe 2 nicht in Erscheinung, weil das Liegen selbst durch Senke und Quelle

repräsentiert ist. Sowohl „Zwischenlagerung Leergut“ als auch „Einlagerung Leergut“ beziehen sich auf den Ortswechsel hin zu einem Lagerbereich. Einen Unterschied bildet in diesem Zusammenhang der Referenzprozess Puffern der 3. Konkretisierungsstufe. Auch hier ist eine Zuordnung ansonsten selbsterklärend. Der Referenzprozess Identifikation entspricht dem Basisprozess Behandlung, weil er den Umgang mit den MTV sowie die damit verbundenen Tätigkeiten beschreibt, die den Zustand einer MTV von einem Unbekannt-sein in einen Zustand des Bekannt-seins überführen.

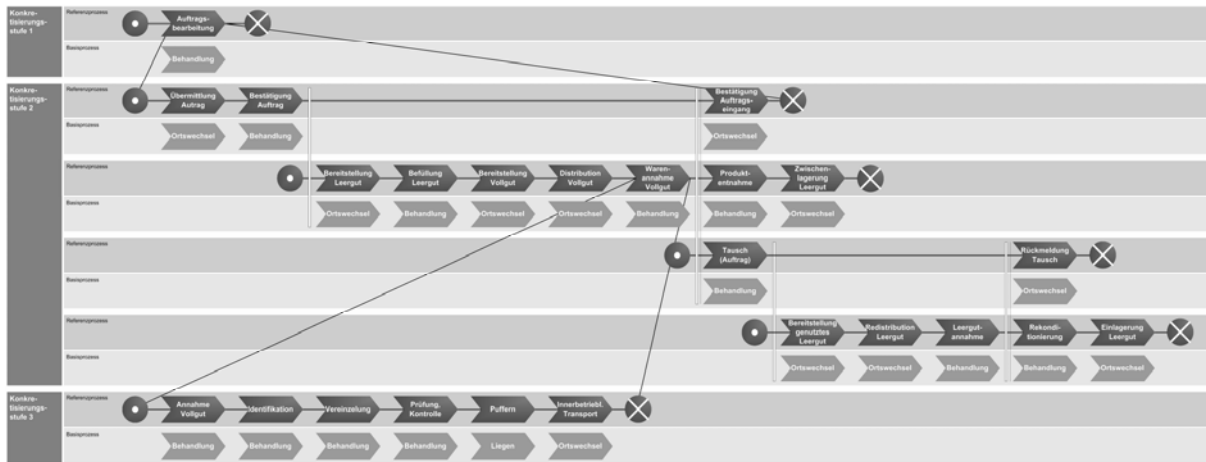


Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung von Konkretisierungsstufen im Teilprojekt A11 „Redistributionsnetze“

4.4 A13 „Seehafenhinterlandverkehre“

In diesem Abschnitt werden die Prozesse des Seehafenhinterlandverkehrs exemplarisch mit den Standardprozesskettenelementen verglichen, um zu zeigen, dass diese für die Beschreibung der Abläufe ausreichend sind.

Insgesamt wird im Seehafenhinterlandverkehr zwischen der Schiffsentladung und dem eigentlichen Hinterlandtransport unterschieden. Der Hinterlandtransport wird auf der zweiten Konkretisierungsstufe jeweils für Bahn- und LKW-Transport beschrieben. Auf der dritten Konkretisierungsstufe wird jeweils ein Teilprozess der zweiten Konkretisierungsstufe beschrieben.

4.4.1 Schiffsentladung

Der Teil Schiffsentladung beschreibt die Vorgänge mit denen der Container vom Stauplatz auf dem Schiff zum Lager im Hafenterminal verbracht wird. Der nur selten vorkommende Direktumschlag auf ein nachfolgendes Verkehrsmittel wird an dieser Stelle nicht betrachtet.

Konkretisierungsstufe 1

Auf der ersten Konkretisierungsstufe ist die Schiffsentladung ein Ortswechsel. Dabei sind folgende Aspekte zu beachten und zu koordinieren:

- Personal für die Containerbrücken, Lasher und Transportfahrzeugfahrer
- Anzahl Containerbrücken und Anzahl und Arten Transportfahrzeuge
- Dokumentation welche Container entladen werden sollen und wo sich diese im Schiff befinden

Die Anzahl der verwendeten Ressourcen richtet sich nach der erwarteten Liegezeit des Schiffes im Hafen, der Anzahl der zu entladenden Container und der Anzahl der zur Verfügung stehenden Ressourcen unter Beachtung konkurrierender Ressourcenbedarfe (parallel Be- und Entladung anderer Schiffe).

Konkretisierungsstufe 2

Auf der zweiten Konkretisierungsstufe wird die Schiffsentladung in die Prozesse

- (Be- und) Entladungsplanung,
- Kranen Schiff - Kai,
- Transport im Terminal zwischen Kai und Lager,
- Absetzen des Containers im Hafenerlager und
- Dokumentation des Lagerstandortes

unterteilt.

Ausgangspunkt ist der Container auf seinem Stellplatz auf dem Schiff. Bei der Be- und Entladungsplanung werden die oben genannten Ressourcen koordiniert. Es handelt sich um einen Prozess der Behandlung. Zwar wird nicht der einzelne Container physisch verändert, jedoch wird dieser mit zusätzlichen Informationen ausgestattet (wann durch wen entladen).

Das Kranen des Containers vom Schiff auf den Kai bzw. auf ein am Kai bereitstehendes Transportfahrzeug ist ein Ortswechsel. Gleiches gilt für den Transport zwischen Kai und Lager und der Einlagerung des Containers im Hafenerlager.

Zum Schluss muss der Lagerstandort des Containers erfasst werden, damit dieser im IT-System später lokalisiert werden kann bzw. ein bereits vor geplanter Lagerort bestätigt wird. Hierbei handelt es sich wieder um eine Behandlung.

Konkretisierungsstufe 3

Auf der dritten Konkretisierungsstufe wird der Prozess des Kranens zwischen Schiff und Kai genauer beschrieben.

Zunächst müssen auf dem Schiff die Twistlocks, die die Container zur Ladungssicherung untereinander verbinden, entriegelt werden (zu diesem Prozess gehört auch das Lösen und Entfernen der Lashstangen). Hierbei handelt es sich um eine Behandlung. Anschließend erfolgt das Kranen des Containers vom Schiff auf den Kai bzw. auf eine spezielle Plattform (Ortswechsel), wo anschließend die Twistlocks entfernt werden (Behandeln). Anschließend wird der Container auf dem Boden oder ein Transportfahrzeug abgesetzt (Ortswechsel), von wo aus der Transport in das Hafenerlager erfolgt.

Der Prozess Schiffsentladung ist für alle nachfolgenden Hinterlandtransporte identisch. Sämtliche Hinterlandtransporte beginnen ab dem Hafenerlager der Container.

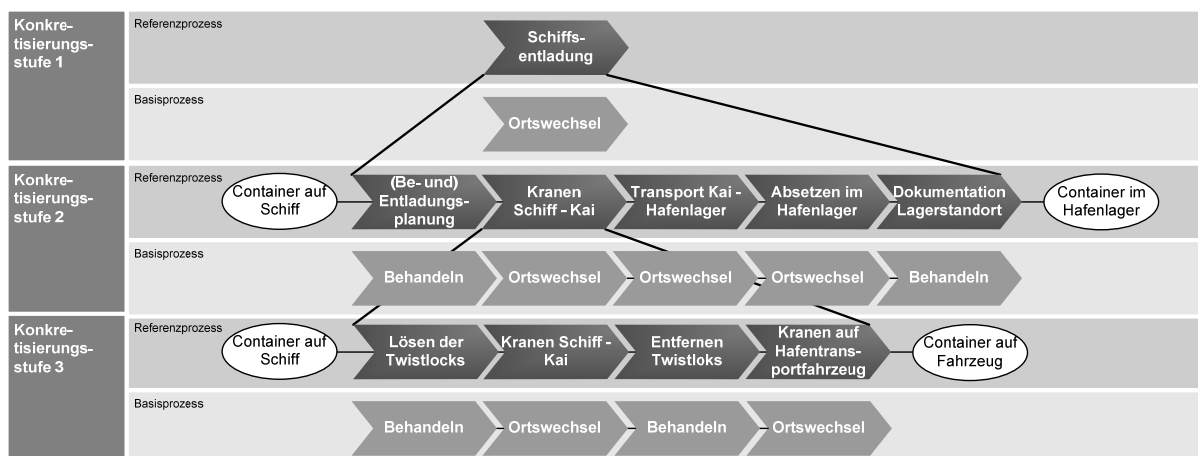


Abbildung 12: Darstellung von Konkretisierungsstufen im Teilprojekt A13 für den Seehafen-hinterlandverkehr am Beispiel der Schiffsentladung

4.4.2 Hinterlandtransport

Exemplarisch wird der Hinterlandtransport am LKW- und am Bahntransport beschrieben.

Konkretisierungsstufe 1

Bei beiden Transportmitteln ist auf der ersten Konkretisierungsstufe der Hinterlandtransport angesiedelt, der im Ganzen einen Ortswechsel darstellt.

Es wird im Folgenden nicht auf die Planungsschritte (v. a. die Ressourceneinsatzplanung) der Verkehrsträger (hier gibt es andere Durchflussobjekte, die verplant werden müssen) eingegangen. Lediglich die informativischen Prozesse bezüglich des einzelnen Containers werden genannt.

Die Konkretisierungsstufen zwei und drei werden für beide Verkehrsträger getrennt beschrieben, da hier wesentliche Unterschiede bestehen, die dennoch durch die Basisprozesse beschrieben werden können. Im Folgenden werden zunächst die Konkretisierungsstufen 2 und 3 für den Schienentransport und anschließend für den Straßentransport beschrieben.

Konkretisierungsstufe 2 - Schiene

Auf der zweiten Konkretisierungsstufe werden beim Schienentransport folgende Prozesse durchlaufen

- Verladungsplanung,
- Bahnverladung,
- Bahntransport,
- Bahnentladung und
- Dokumentation Verbleib.

Die Verladungsplanung legt fest, welche Container auf welchen Zug verladen werden. Sie legt dabei auch fest, wann die Container aus dem Lager geholt und auf den entsprechenden Zug auf einen definierten Tragwagen verladen werden. Dabei ist zu beachten, dass die Container rechtzeitig am richtigen Zielterminal sind, also auf einen entsprechenden Zug gebucht werden. Der Prozess Verladungsplanung ist eine Behandlung. Bei der anschließenden Bahnverladung werden die Container aus dem Hafentlager zum Terminal bzw. Zug gebracht und auf einen entsprechenden Tragwagen verladen. Bei diesem Prozess handelt es sich um einen Ortswechsel. Anschließend erfolgt der Bahntransport, der ebenfalls einen Ortswechsel darstellt. Am Zielbahnhof werden die Container vom Zug entladen und entweder in ein Lager gebracht oder direkt auf weiterführende Transportmittel (meistens LKW) verladen. Auch hier handelt es sich um einen Ortswechsel. Zum Schluss muss dokumentiert werden, wo der Container nach dem Bahntransport verbleibt. Dieses ist entweder das Containerlager des Terminals zwecks späteren Weitertransports oder bei Direktumschlag die Kennung (bspw. LKW-Kennzeichen und Eigentümer) des weiterführenden Verkehrsmittels. Bei dieser Dokumentation handelt es sich wiederum um einen Behandlungsprozess.

Konkretisierungsstufe 3 - Schiene

Auf der dritten Konkretisierungsstufe wird exemplarisch der Bahntransport näher beschrieben.

Aus dem Vorprozess steht der Container auf dem Tragwagen. Es erfolgt zunächst die Ladungssicherung, was eine Behandlung darstellt. Anschließend erfolgt eine Kontrolle des Zuges. Dabei geschieht an den Containern nichts, wodurch für diese ein Liegen entsteht. Nach der Zugkontrolle (ggf. nach Beseitigen von Mängeln) verlässt der Zug das Terminal. Dieses ist genau so wie die Zufahrt und die Einfahrt in das Zielterminal eine Ortsverände-

zung. Bei der Ausfahrt des Zuges aus dem Hafenterminal und bei der Einfahrt in das Zielterminal erfolgen jeweils parallel Dokumentationen des Containeraus- bzw. Eingangs. Beides sind Behandlungen. Im Zielterminal wird die Lokomotive abgesetzt. Dieser Prozess ist bezogen auf die Container ein Liegen (wobei u. U. die Entladung (Ortswechsel) des Zuges parallel beginnen kann). Am Ende der Prozesskette sind die Container auf dem Zug im Zielterminal.

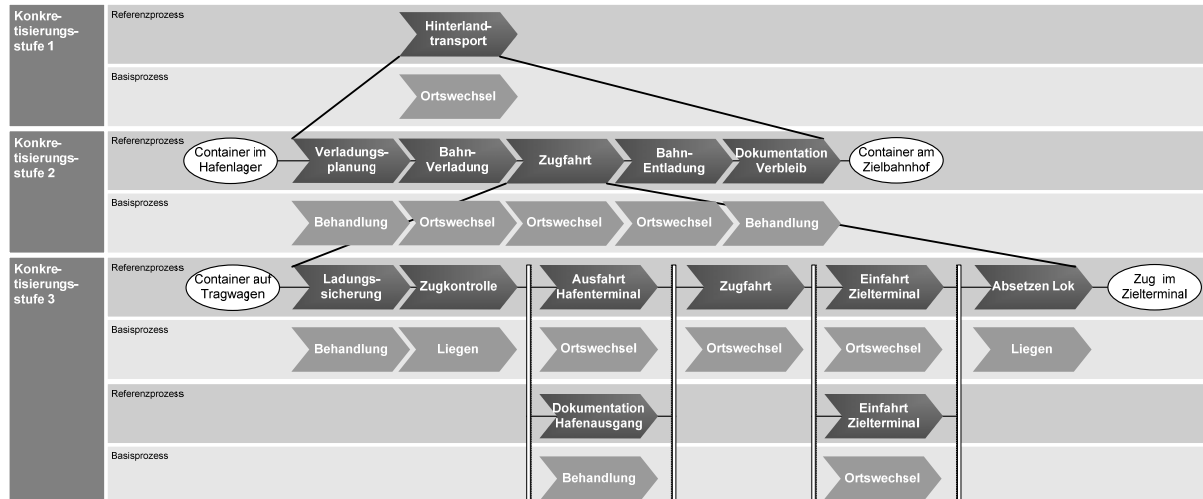


Abbildung 13: Beispielhafte Darstellung von Konkretisierungsstufen im Teilprojekt A13 für den Seehafenhinterlandverkehr auf der Schiene

Nachdem die Schienentransportprozesse beschrieben wurden, werden jetzt die Konkretisierungsstufen 2 und 3 für den Straßentransport beschrieben.

Konkretisierungsstufe 2 - Straße

Hinterlandtransport - Straße

Auf der zweiten Konkretisierungsstufe sind folgende Prozesse zu behandeln:

- LKW-Anmeldung,
- LKW-Verladung,
- LKW-Transport und
- LKW-Entladung.

Die Prozesskette beginnt mit der Anmeldung des LKW am Terminaleingang. Dieses ist eine Behandlung, da die Information erfasst und weiter bearbeitet wird. Der Container wird anschließend auf den LKW verladen, was einen Ortswechsel darstellt. Der anschließende LKW-Transport und die LKW-Entladung sind Ortswechsel. Parallel zum LKW-Transport (genauer bei der Ausfahrt des LKW aus dem Hafenterminal) erfolgt eine Dokumentation des Hafenausgangs. Dieses stellt eine Behandlung dar. Am Ende der Prozesskette ist der Container (in der Regel) an seinem Zielort.

Konkretisierungsstufe 3 - Straße

Auf der dritten Konkretisierungsstufe wird die LKW-Verladung detaillierter beschrieben.

Nach der Anmeldung des LKW an der Hafeneinfahrt erfolgt ein Verladungsauftrag an das Containerlager (bzw. die hierfür zuständige Organisationseinheit). Hierbei handelt es sich um

eine Behandlung. Es erfolgt daraufhin die Auslagerung des Containers aus dem Lager, der Transport zum LKW und die Beladung des LKW. Diese Prozesse sind jeweils Ortswechsel.

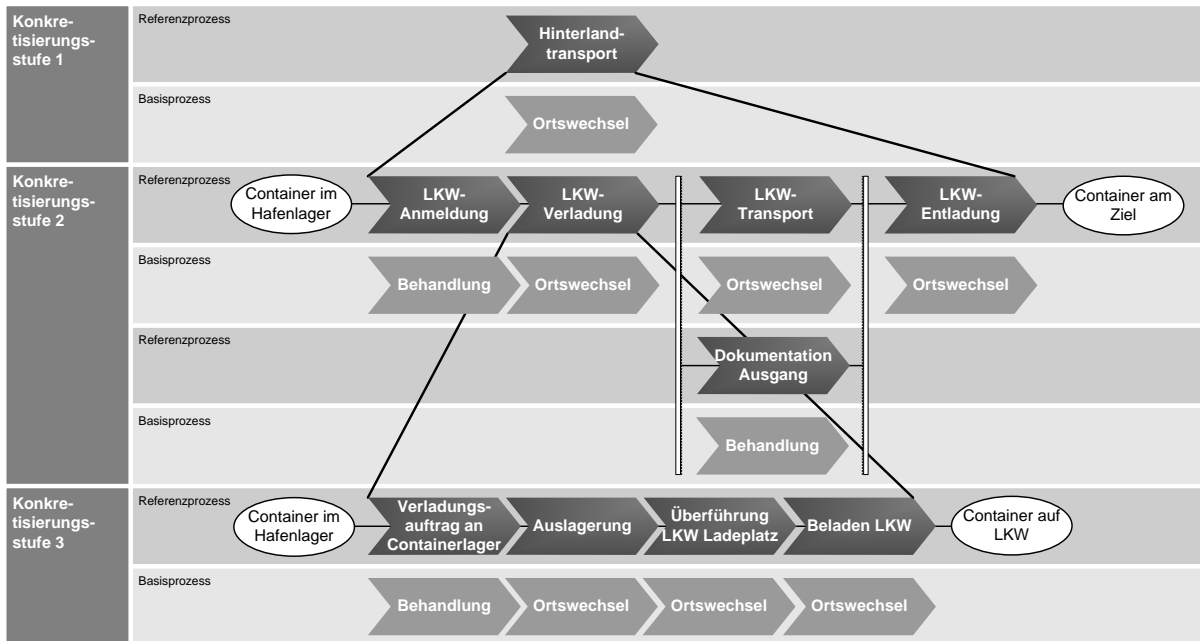


Abbildung 14: Beispielhafte Darstellung von Konkretisierungsstufen im Teilprojekt A13 für den Seehafen hinterlandverkehr auf der Straße

5 Resümee und Ausblick

Die Beispiele zeigen, dass die Prozesse der beteiligten Anwendungsteilprojekte sich mit Basisprozessen darstellen lassen, was zwar kein umfassender Beweis für deren generelle Anwendbarkeit ist, aber im Rahmen des SFB ermutigt dieses Konzept weiter zu verfolgen. Basisprozesse helfen einerseits Prozessketten aus verschiedenen Teilbereichen der Logistik einheitlich strukturiert dazustellen, andererseits den Aufwand für Datenerhebungen durch eine Minimierung der Datenbedarfe zu beschränken.

Im Teilprojekt M9 werden die Ergebnisse Basis der weiteren Entwicklung sein. Hier ist insbesondere die exemplarische Zuordnung der Informationsbedarfe zu den Basisprozessen und den möglichen Konkretisierungen anzusprechen. Als Entwicklungsziel sich ergeben, dass man dem Anwender einerseits Möglichkeiten der Abstraktion seiner abzubildenden Prozesse insbesondere im Hinblick auf die Modellierung innerhalb großer Netze aufzeigt, andererseits aber Hinweise für die Art und den Umfang der zu erhebenden Informationen und Daten gibt.

6 Literatur

- [ABB+00] Arns, M.; Bause, F.; Beilner, H.; Fischer, M.; Völker, M.: *Beispielmodellierung von Behälterkreisläufen im B1-Paradigma – Analyse*. Interner Bericht – Sonderforschungsbereich 559 „Modellierung großer Netze in der Logistik“ 00013, 2000.
- [ABF+00] Arns, M.; Beilner, H.; Fischer, M.; Kemper, P.; Völker, M.: *Beispielmodellierung von Beschaffungskanälen im B1-Paradigma – Analyse*. Interner Bericht – Sonderforschungsbereich 559 „Modellierung großer Netze in der Logistik“ 00014, 2000.
- [Agg90] Aggteleky, Bela: *Fabrikplanung – Werkentwicklung und Betriebsrationalisierung*. Band 2: Betriebsanalyse und Feasibility-Studie, 2. Auflage; Carl Hanser Verlag München, 2000.
- [Arn95] Arnold, Dieter: *Materialflusslehre*. Braunschweig, Wiesbaden. Vieweg 1995.
- [BBT+99] Beilner, H.; Bause, F.; Tatlitürk, H.; van Almsick, A.; Völker, M.: *Zum B-Modellformalismus - Version B1*. Universität Dortmund, 1999
- [BKR05] Becker, J.; Kugeler, M.; Rosemann, M.: *Prozessmanagement*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 2005.
- [BHJ05] Bernhard, J.; Hömberg, K.; Jodin, D.: *Standardprozesse als Grundlage für die Informationsbedarfsanalyse zur Modellierung von Großen Netzen der Logistik*. In: Magdeburger Schriftenreihe zur Logistik – Logistikprozesse entwerfen, führen, bewerten. Wissenschaftliche Themenhefte des Lehrstuhls für Logistik der Universität Magdeburg; Heft 21, 2005, S. 3-14. ISSN 1436-9109.
- [Bro06] Brockhaus. *Die Enzyklopädie: in 30 Bänden*. F.A. Brockhaus, Leipzig, 2006. Begriff „Selbstähnlichkeit“
- [Dud03] Dresdowski, G.: *Das große Wörterbuch der deutschen Sprache*. Duden,, Elektronische Ressource über www.tanto.de, 2003.
- [Fig07] Figgenger, O.: *Beitrag zur Prozessstandardisierung in der Intralogistik*. Dissertation Universität Dortmund, in Vorbereitung
- [HJK+05] Hömberg, K.; Jodin, D., Kellner, Ch., Langenbach, M.: *Konzept einer logistischen Informationsbedarfsanalyse mit Hilfe von Basisprojekten und standardisierten Logistikdaten*. In: Technical Report 05006 im SFB 559 der Universität Dortmund. 2005.
- [Hom03] ten Hompel, Michael: *Warehouse Logistics 03 : Kongress für Warehouse Management, Logistiksoftware und Identifikationssysteme*. Dortmund. Verlag Praxiswissen, 2003.
- [Jün89] Jünemann, Reinhardt: *Materialfluss und Logistik – systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1989.
- [KLS02] Käppner, M.; Laakmann, F.; Stracke, N.: *Dortmunder Prozesskettenparadigma – Grundlagen*, Dortmund, 2002
- [KoB01] Kopperger, D., Bullinger, P. (ed.): *Business process management tools: eine evaluierende Marktstudie über aktuelle Werkzeuge IAO*, Fraunhofer-Institut Arbeitswirtschaft und Organisation., 2001.
- [Kuh95] Kuhn, A.: *Prozessketten in der Logistik – Entwicklungstrends und Umsetzungsstrategien*. Verlag Praxiswissen, Dortmund, 1995.

- [OWS+03] Oestereich, B.; Weiss, C.; Schröder, C.; Weilkiens, T.; Lenhard, A.: *Objektorientierte Geschäftsmodellierung mit der UML*. dpunkt Verlag, 2003.
- [OMG06] o.V.: *Business Process Modeling Notation (BPMN)*. Specification Final Adopted Specification dtc/06-02-01, Object Management Group, 2006
- [Pfo04] Pfohl, H.: *Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen*, Springer, Berlin Heidelberg New York, 2004.
- [Sco06] o.V.: *Supply-Chain Operations Reference-Model SCOR 8.0 Overview*. Supply Chain Council, 2006.
- [VDI94] VDI (Hrsg.): *VDI-Richtlinie 3590: Kommissioniersysteme*. In: VDI-Handbuch Materialfluss und Fördertechnik, Beuth Verlag, Berlin, 1994.
- [VDI73] VDI (Hrsg.): *VDI-Richtlinie 3300: Materialfluß-Untersuchungen*. In: VDI-Handbuch Materialfluss und Fördertechnik, Beuth Verlag, Berlin, 1973.
- [VDI90] VDI (Hrsg.): *VDI-Richtlinie 2860: Montage- und Handhabungstechnik; Handhabungsfunktionen, Handhabungseinrichtungen; Begriffe, Definitionen, Symbole*. In: VDI-Handbuch Materialfluss und Fördertechnik, Beuth Verlag, Berlin, 1990.
- [VDI03] VDI (Hrsg.): *VDI-Richtlinie 4460: Mehrwegtransportverpackungen und Mehrwegsysteme zum rationellen Lastentransport*. In: VDI-Handbuch Materialfluss und Fördertechnik, Band 6, Beuth Verlag, Berlin, 2003.
- [VDA03] o.V.: *VDA Empfehlung 5004: Pickup Prozess*. Verband der Automobilindustrie, 2003
- [Wil01] Wildemann, Horst: *Logistik Prozessmanagement*. 2. Auflage, München: TCW Transfer- Centrum, 2001

Sonderforschungsbereich 559

Bisher erschienene Technical Reports

- 05007 Hans-Werner Graf: Festlegung der Abfahrts- und Ankunftszeiten (Fahrplangestaltung)
- 06001 Iwo Riha: Grundlagen des Cost-Benefit-Sharing
- 06002 Jens Finzel, Michael Hierweck, Andreas van Almsick, Jan Sören Kriege, Mathias Schwenke: ProC/B-Editor – Handbuch
- 06003 Mirko Eickhoff, Michael Hierweck, Mathias Schwenke: Hands On ProC/B-Tools – Eine beispielorientierte Einführung in die Anwendung der ProC/B-Tools
- 06004 Doris Blutner, Stephan Cramer, Tobias Haertel: Der Mensch in der Logistik: Planer, Operateur und Problemlöser
- 06005 Tobias Haertel: UsersAward: Ein Beitrag zur optimalen Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen in der Logistik
- 06006 Falko Bause, Tim Geißen, Anne Meinke, Veye Tatah, Marcus Völker: Performance Evaluation for Cost Calculation of Business Processes
- 06007 Peter Kemper, Carsten Tepper: Trace Analysis – Gain Insight through Modelchecking and Cycle Reduction
- 06008 Jochen Bernhard, Dirk Jodin, Kay Hömberg, Sonja Kuhnt, Christoph Schürmann, Sigrid Wenzel: Vorgehensmodell zur Informationsgewinnung – Prozessschritte und Methodennutzung
- 06009 Doris Blutner, Stephan Cramer, Sven Krause, Tycho Mönks, Lars Nagel, Andreas Reinholz, Markus Witthaut: Ergebnisbericht der Arbeitsgruppe 5 „Assistenzsysteme für die Entscheidungsunterstützung“
- 07001 Falko Bause, Tobias Hegmanns, Stefan Pietzarka, Veye Tatah, Markus Witthaut: Ergebnisbericht der Arbeitsgruppe Neues Problemverständnis: Ergänzung des Modellierungsparadigmas
- 07002 Arnd Bernsmann, Peter Buchholz, Stephan Kessler, Andreas Reinholz, Britta von Haaren, Markus Witthaut: Bewertungs- und Dimensionierungsmethoden im Sonderforschungsbereich 559
- 07003 Jochen Bernhard, Kay Hömberg, Lars Nagel, Iwo Riha, Christoph Schürmann, Harald Sieke, Marcus Völker: Standardisierte Modelle zur Systemlastbeschreibung
- 07004 Kay Hömberg, Jan Hustadt, Dirk Jodin, Joachim Kochsiek, Lars Nagel, Iwo Riha: Basisprozesse für die Modellierung in großen Netzen der Logistik

Alle Technical Reports können im Internet unter
<http://www.sfb559.uni-dortmund.de/>
abgerufen werden. Für eine Druckversion wenden Sie
sich bitte an die SFB-Geschäftsstelle
e-mail: andrea.grossecappenberg@iml.fraunhofer.de