

Masterarbeit

Entwicklung einer Notation zur Erstellung von EWM-spezifischen Prozessmodellen

In Kooperation mit der:



Windmüller & Hölscher KG

Vorgelegt von:	Timo Schröer
Studiengang:	Wirtschaftsingenieurwesen
Matrikelnummer:	167782
Ausgegeben am:	29.06.2018
Eingereicht am:	13.12.2018
Erstprüfer:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Rabe
Zweitprüfer:	M. Sc. Felix Stadler

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis.....	XI
1. Einleitung	1
2. Intralogistik	4
2.1 Begriffsdefinition	4
2.2 Ziele & Aufbau der Intralogistik.....	4
3. Warehouse-Management-System.....	7
3.1 Notwendigkeit, Funktionen und Nutzen des Einsatzes von WMS.....	7
3.2 SAP als Anbieter von Software im Bereich der Intralogistik.....	8
3.3 Aufbau und Funktionen von SAP EWM.....	9
3.3.1 Organisationsstruktur	9
3.3.2 Lagerungssteuerung	11
3.3.3 Wareneingang.....	12
3.3.4 Warenausgang	15
3.3.5 interne Lagerbewegungen	17
3.3.6 Geschäftspartner.....	17
4. Prozessmodellierung	18
4.1 Begriffsdefinition	18
4.2 Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung	19
4.3 Modellierungsmethoden.....	20
4.4 Vorgehensmodell	21
5. Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden	22
5.1 Wertstromanalyse.....	22
5.1.1 Begriff	22
5.1.2 Nutzen der Wertstromanalyse	22
5.1.3 Die Methode der Wertstromanalyse.....	23
5.1.4 Die Methode der logistischen Wertstromanalyse.....	23
5.1.5 Grundsätzlicher Aufbau der Notationen von Wertstrommethoden.....	24
5.1.6 Notation der Wertstrommethode	24
5.1.7 Notation der logistikorientierten Wertstrommethode.....	29

5.2	BPMN	31
5.2.1	Begriff	31
5.2.2	Nutzen	32
5.2.3	Die Methode.....	32
5.2.4	Die Notation	32
5.3	EPK	37
5.3.1	Einführung.....	37
5.3.2	Nutzen	37
5.3.3	Methode.....	38
5.3.4	Notation.....	38
5.4	Diagramme aus UML.....	40
5.4.1	Einführung.....	40
5.4.2	Nutzen	41
5.4.3	Methode.....	41
5.4.4	Notation der Aktivitätsdiagramme	42
5.5	Sankey-Diagramm.....	46
5.5.1	Einführung.....	46
5.5.2	Nutzen	46
5.5.3	Methode.....	46
5.5.4	Notation.....	46
5.6	Integrierte Unternehmensmodellierung.....	47
5.6.1	Einführung.....	47
5.6.2	Nutzen	47
5.6.3	Methode.....	47
5.6.4	Notation.....	47
6.	Anforderungsanalyse.....	49
6.1	Klassifikation von Anforderungen	49
6.2	Probleme und Herausforderungen.....	49
6.3	Aufbau der Anforderungsanalyse nach IEEE	50
7.	Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung.....	52
7.1	Anforderungen an die Modellierung	52
7.1.1	Anforderungsermittlung	53
7.1.2	Anforderungsanalyse.....	56
7.1.3	Anforderungsbeschreibung	58
7.1.4	Anforderungsrevision.....	60

7.2	Analyse der Modellierungsmethoden.....	60
7.2.1	Notation der Wertstromanalyse.....	61
7.2.2	Notation der logistikorientierten Wertstromanalyse	65
7.2.3	Notation des Business Process Model and Notation	66
7.2.4	Notation der EPK	67
7.2.5	Notation der UML (Aktivitätsdiagramme).....	68
7.2.6	Notation des Sankey-Diagramms	70
7.2.7	Notation der Integrierten Unternehmensmodellierung.....	71
7.2.8	Zusammenfassung.....	72
7.3	Aufbau der Notation.....	74
7.3.1	Themenfelder und Aufgaben der Entwicklung	74
7.3.2	Schrittweise Entwicklung der Notation.....	76
8.	Validierung.....	94
8.1	Anwendungsfall zur Validierung	94
8.1.1	Das Unternehmen Windmüller und Hölscher	94
8.1.2	Projekt „Logistik 4.0“	94
8.2	Prozess für die Validierung	94
8.3	Prozessmodell der NEESP	94
8.4	Prüfung der Anforderungserfüllung	96
9.	Zusammenfassung und Ausblick.....	98
A	Anhang	XII

Abkürzungsverzeichnis

ARIS	Architektur integrierter Informationssysteme
BPM	Business Process Model
BPMN	Business Process Model and Notation
CIF	Core Interface
CRM	Customer-Relationship-Management
DIN	Deutsches Institut für Normung
DV	Datenverarbeitung
EDV	elektronische Datenverarbeitung
eEPK	Erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette
EPEI	Every part every interval
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ERP	Enterprise-Resource-Planning
EWM	Extended Warehouse Management
FIFO	First In – First Out
FWL	Fertigwarenlager
HF	Halbfabrikatenlager
HRL	Hochregallager
HU	Handling Unit
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ILPS	interne Lagerungsprozessschritte
IT	Informationstechnik
IUM	integrierte Unternehmensmodellierung
LA	Lagerauftrag
LAER	Lagerauftragerstellungsregel
LIFO	Last In – First Out

LKW	Lastkraftwagen
LOLS	layoutorientierte Lagerungssteuerung
LV	Lagerverwaltung
LVS	Lagerverwaltungssystem
LZL	logistische Zusatzleistung
Mo ² Go	Methode zur objektorientierten Geschäftsprozessoptimierung
NEESP	Notation zur Erstellung EWM-spezifischer Prozessmodelle
POLS	prozessorientierte Lagerungssteuerung
QIE	Quality Inspection Engine
ROH	Rohmateriallager
RUP	Rational Unified Process
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung
TU	Transport Unit
UML	Unified Modeling Language
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
WIP	Work in Process
WMS	Warehouse-Management-System
WuH	Windmüller und Hölscher

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Vorgehensmodell nach dem Vorbild des Wasserfallmodells	2
Abbildung 2-1: Aufbau der Intralogistik.....	5
Abbildung 3-1: Wareneingang	12
Abbildung 3-2: Warenausgang.....	15
Abbildung 5-1: Symbol und Datenkasten für den Kunden	25
Abbildung 5-2: Symbole der Produktionsprozesse	25
Abbildung 5-3: Datenkästen der Produktionsprozesse	25
Abbildung 5-4: grundlegende Symbole des Materialflusses.....	26
Abbildung 5-5: Symbole zur Detaillierung des Materialflusses	26
Abbildung 5-6: Symbole zur Kennzeichnung des Transportmittels beim Materialflusses	26
Abbildung 5-7: Datenkasten für die Lagerfunktion	27
Abbildung 5-8: Symbole der Geschäftsprozesse.....	27
Abbildung 5-9: Symbol für den Informationsfluss	27
Abbildung 5-10: Symbole für die Formate von Informationen.....	27
Abbildung 5-11: Symbole zur Kennzeichnung der Anpassung von Informationen	28
Abbildung 5-12: Weitere Symbole zum Informationsfluss.....	28
Abbildung 5-13: Symbole für den Lieferanten	28
Abbildung 5-14: Zeitleiste	29
Abbildung 5-15: Symbole für den Kunden	29
Abbildung 5-16: Symbole für die Prozessschritte und Lager	30
Abbildung 5-17: Symbole zu Push und Pull Steuerung	30
Abbildung 5-18: Symbole zur einfachen Steuerung	30
Abbildung 5-19: Symbole des Informationsflusses	30
Abbildung 5-20: Symbole für die Flächen bzw. Örtlichkeiten	31
Abbildung 5-21: Symbole für den Lieferanten	31
Abbildung 5-22: Weitere Symbole	31
Abbildung 5-23: Aktivitäten	32
Abbildung 5-24: Aufgabe.....	33
Abbildung 5-25: Ereignis-Teilprozess	33
Abbildung 5-26: Aufruf-Aktivität.....	33
Abbildung 5-27: Symbole des zugeklappten Prozesses	33
Abbildung 5-28: Symbole für Merkmale	34
Abbildung 5-29: Symbole für Merkmale II	34
Abbildung 5-30: Exklusives Gateway.....	34
Abbildung 5-31: paralleles Gateway.....	35
Abbildung 5-32: inklusives Gateway	35
Abbildung 5-33: komplexes Gateway.....	35
Abbildung 5-34: Beispiel für ein Ereignis	35
Abbildung 5-35: Pools und Lanes.....	36
Abbildung 5-36: Nachrichtenfluss	36
Abbildung 5-37: Sequenzfluss	36
Abbildung 5-38: Datenobjekt.....	36
Abbildung 5-39: Symbole für Daten.....	37

Abbildung 5-40: Artefakte	37
Abbildung 5-41: Ereignis	38
Abbildung 5-42: Funktionen	39
Abbildung 5-43: Organisationseinheit	39
Abbildung 5-44: Informationsobjekte	39
Abbildung 5-45: Prozesswegweiser	39
Abbildung 5-46: Verbindungselemente	40
Abbildung 5-47: Kontroll- und Datenflusssymbole	40
Abbildung 5-48: Start- und Endsymbol	42
Abbildung 5-49: Token	42
Abbildung 5-50: Aktivität	43
Abbildung 5-51: Ein- oder Ausgabeparameter	43
Abbildung 5-52: Aktionen	43
Abbildung 5-53: Vor- und Nachbedingungen.....	43
Abbildung 5-54: Signalsender und Ereignisempfänger	43
Abbildung 5-55: Zeitereignis	43
Abbildung 5-56: Objektknoten.....	44
Abbildung 5-57: Kanten.....	44
Abbildung 5-58: Verzweigungs- und Verbindungsknoten	45
Abbildung 5-59: Synchronisations- und Parallelisierungsknoten	45
Abbildung 5-60: Aktivitätsbereiche	45
Abbildung 5-61: Pfeile des Sankey-Diagramms	46
Abbildung 5-62: Prozessschritte des Sankey-Diagramms	47
Abbildung 5-63: Grundkonstrukte der IUM	48
Abbildung 5-64: Grundkonstrukte der Ablaufmodellierung	48
Abbildung 5-65: Verknüpfungselemente	48
Abbildung 5-66: Darstellung von Entscheidungen und Schleifen	48
Abbildung 7-1: Anforderungen aus dem Informationsbedarf von SAP EWM.....	54
Abbildung 7-2: Übersicht über die Anforderungserfüllung aller Notationen	72
Abbildung 7-3: Aufgaben für die Entwicklung der Notation.....	75
Abbildung 7-4: NEESP: Schnittstellen	78
Abbildung 7-5: interne Lagerungsprozessschritte pro Gruppe	78
Abbildung 7-6: Prozessschritte in Gruppen	80
Abbildung 7-7: NEESP: Materialfluss - Prozessschritte.....	84
Abbildung 7-8: NEESP: Materialfluss - Flächen, Ressourcen, Verbindungen.....	84
Abbildung 7-9: Informationsbedarf der Findungen	86
Abbildung 7-10: Informationen pro Prozessschritt der Steuerung.....	87
Abbildung 7-11: NEESP: Informationsfluss	90
Abbildung 7-12: Anwendung der Objektknoten.....	91
Abbildung 7-13: NEESP: Interaktion und weitere Symbole.....	92
Abbildung A - 1: Kernfunktionen eines WMS nach VDI 3601	XII
Abbildung A - 2: Zusatzfunktionen eines WMS nach VDI 3601	XII
Abbildung A - 3: SAP – Organisationsstruktur.....	XIII
Abbildung A - 4: interne Lagerungsprozessschritte.....	XIII

Abbildung A - 5: Informationsbedarf aus SAP EWM	XIV
Abbildung A - 6: Produktfamilienmatrix	XIV
Abbildung A - 7: Aufbau eines Wertstroms.....	XV
Abbildung A - 8: camunda BPM-Kreislauf	XV
Abbildung A - 9: Präferenzenmatrix	XVI
Abbildung A - 10: funktionale und nicht-funktionale Anforderungen	XVI
Abbildung A - 11: standardisierte Tabelle für den Paarvergleich.....	XVII
Abbildung A - 12: 1. Paarvergleich	XVII
Abbildung A - 13: 2. Paarvergleich	XVII
Abbildung A - 14: 3. Paarvergleich	XVII
Abbildung A - 15: 4. Paarvergleich	XVII
Abbildung A - 16: 5. Paarvergleich	XVIII
Abbildung A - 17: 6. Paarvergleich	XVIII
Abbildung A - 18: 7. Paarvergleich	XVIII
Abbildung A - 19: 8. Paarvergleich	XVIII
Abbildung A - 20: 9. Paarvergleich	XIX
Abbildung A - 21: 10. Paarvergleich	XIX
Abbildung A - 22: 11. Paarvergleich	XIX
Abbildung A - 23: 12. Paarvergleich	XIX
Abbildung A - 24: 13. Paarvergleich	XX
Abbildung A - 25: 14. Paarvergleich	XX
Abbildung A - 26: 15. Paarvergleich	XX
Abbildung A - 27: 16. Paarvergleich	XX
Abbildung A - 28: 17. Paarvergleich	XXI
Abbildung A - 29: 18. Paarvergleich	XXI
Abbildung A - 30: 19. Paarvergleich	XXI
Abbildung A - 31: 20. Paarvergleich	XXI
Abbildung A - 32: 21. Paarvergleich	XXII
Abbildung A - 33: 22. Paarvergleich	XXII
Abbildung A - 34: 23. Paarvergleich	XXII
Abbildung A - 35: 24. Paarvergleich	XXII
Abbildung A - 36: 25. Paarvergleich	XXIII
Abbildung A - 37: 26. Paarvergleich	XXIII
Abbildung A - 38: 27. Paarvergleich	XXIII
Abbildung A - 39: 28. Paarvergleich	XXIII
Abbildung A - 40: 29. Paarvergleich	XXIV
Abbildung A - 41: 30. Paarvergleich	XXIV
Abbildung A - 42: 31. Paarvergleich	XXIV
Abbildung A - 43: 32. Paarvergleich	XXIV
Abbildung A - 44: 33. Paarvergleich	XXV
Abbildung A - 45: 34. Paarvergleich	XXV
Abbildung A - 46: 35. Paarvergleich	XXV
Abbildung A - 47: 36. Paarvergleich	XXV
Abbildung A - 48: 37. Paarvergleich	XXVI
Abbildung A - 49: 38. Paarvergleich	XXVI
Abbildung A - 50: 39. Paarvergleich	XXVI

Abbildung A - 51: 40. Paarvergleich	XXVI
Abbildung A - 52: 41. Paarvergleich	XXVII
Abbildung A - 53: 42. Paarvergleich	XXVII
Abbildung A - 54: 43. Paarvergleich	XXVII
Abbildung A - 55: 44. Paarvergleich	XXVII
Abbildung A - 56: 45. Paarvergleich	XXVIII
Abbildung A - 57: Standard der Volere-Karte	XXVIII
Abbildung A - 58: Volere-Karte für Anforderung A1	XXIX
Abbildung A - 59: Volere-Karte für Anforderung A2	XXIX
Abbildung A - 60: Volere-Karte für Anforderung A3	XXX
Abbildung A - 61: Volere-Karte für Anforderung A4	XXX
Abbildung A - 62: Volere-Karte für Anforderung A5	XXXI
Abbildung A - 63: Volere-Karte für Anforderung A6	XXXI
Abbildung A - 64: Volere-Karte für Anforderung A7	XXXII
Abbildung A - 65: Volere-Karte für Anforderung A8	XXXII
Abbildung A - 66: Volere-Karte für Anforderung A9	XXXIII
Abbildung A - 67: Volere-Karte für Anforderung A10	XXXIII
Abbildung A - 68: Ergebnis der Anforderungsanalyse für die WA	XXXIV
Abbildung A - 69: Ergebnis der Anforderungsanalyse für die LWA	XXXV
Abbildung A - 70: Ergebnis der Anforderungsanalyse für BPMN	XXXVI
Abbildung A - 71: Ergebnis der Anforderungsanalyse für die EPK	XXXVII
Abbildung A - 72: Ergebnis der Anforderungsanalyse für Aktivitätsdiagramme (UML)	XXXVIII
Abbildung A - 73: Ergebnis der Anforderungsanalyse für das Sankey-Diagramm	XXXIX
Abbildung A - 74: Ergebnis der Anforderungsanalyse für die IUM	XL
Abbildung A - 75: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile der WA	XL I
Abbildung A - 76: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile der LWA	XL I
Abbildung A - 77: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile von BPMN	XLII
Abbildung A - 78: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile der EPK	XLII
Abbildung A - 79: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile der UML	XLIII
Abbildung A - 80: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile des Sankey-Diagramms	XLIII
Abbildung A - 81: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile der IUM	XLIII
Abbildung A - 82: Grundkonstrukt der NEESP	XLVI
Abbildung A - 83: Informationen für die Prozessschritte des Materialflusses	XLVI
Abbildung A - 84: Aufnahme der Abläufe im Informationsfluss	XLVII
Abbildung A - 85: Gruppierung der Prozessschritte im Informationsfluss	XLVII
Abbildung A - 86: Informationseingabe/-ausgabe	XLVII
Abbildung A - 87: NEESP Deckblatt	XLVIII
Abbildung A - 88: NEESP: Inhaltsverzeichnis	XLIX
Abbildung A - 89: NEESP: Schnittstellen und Materialfluss	L
Abbildung A - 90: NEESP: Informationsfluss, Interaktion der Flüsse, weitere Symbole	LI
Abbildung A - 91: NEESP: Häufige Kriterien	LII
Abbildung A - 92: NEESP: Vorgehen	LIII
Abbildung A - 93: Aufgaben und Regeln	LIV
Abbildung A - 94: NEESP: Aufbau des Prozessmodells	LV
Abbildung A - 95: NEESP: Aufbau eines Lagerungsprozesses	LVI
Abbildung A - 96: NEESP: 1. Beispiel - Wareneingang	LVII

Abbildung A - 97: NEESP: 2. Beispiel - Warenausgang	LVIII
Abbildung A - 98: NEESP: 1. Seite Erläuterungen.....	LIX
Abbildung A - 99: NEESP: 2. Seite Erläuterungen.....	LX
Abbildung A - 100: NEESP: 3. Seite Erläuterungen.....	LXI
Abbildung A - 101: NEESP: 4. Seite Erläuterungen.....	LXII
Abbildung A - 102: NEESP: 5. Seite Erläuterungen.....	LXIII
Abbildung A - 103: NEESP: 6. Seite Erläuterungen.....	LXIV
Abbildung A - 104: Ergebnis der Anforderungsanalyse für die NEESP	LXV

Tabellenverzeichnis

Tabelle 7-1: Bewertung anhand von Qualitätskriterien	57
Tabelle 7-2: Prioritätenvergleich.....	58
Tabelle 7-3: Verifikation anhand der Qualitätskriterien	60

1. Einleitung

Aus der Globalisierung und der damit einhergehenden stärkeren Verflechtung von Unternehmen resultiert die Entwicklung vieler Märkte hin zu Käufermärkten (Arndt, 2015, s. 5). Märkte werden dann als Käufermärkte bezeichnet, wenn im Hinblick auf das Machtverhältnis zwischen Kunden und Lieferanten ein Ungleichgewicht in Richtung des Kunden herrscht. Der Grund dafür liegt in der größeren Auswahl an potentiellen Lieferanten, die wegen der Globalisierung zur Verfügung stehen (Arnold, et al., 2008, s. 21). Mit dem Ziel die Kundenzufriedenheit zu steigern, um eine Kundenbindung zu gewährleisten, investieren Lieferanten mehr in die Erfüllung individueller Kundenbedürfnisse (Klöber-Koch, et al., 2016, s. 602). Diese setzen sich neben Forderungen hinsichtlich des Preises und der Qualität ebenfalls aus Forderungen logistischer Natur zusammen (Arndt, 2015, s. 6). Die Liefertreue, Lieferzeit, Lieferbereitschaft und Lieferflexibilität sind wichtige logistische Forderungen. Diese führen dazu, dass kleinere Losgrößen und damit mehr Sendungen bewältigt werden müssen. Zudem müssen die Produkte immer in ausreichender Menge vorhanden sein, wodurch größere Lagerkapazitäten von Nöten sind (Arndt, 2015, s. 11). All diese Forderungen haben eine gestiegene Komplexität in der Logistik zur Folge, die unter anderem die Warenlager und Distributionszentren als zentraler Bestandteil der Logistik betrifft. Um der Komplexität der logistischen Abläufe gerecht zu werden, ist es unumgänglich, rechnergestützte Managementsysteme einzusetzen (ten Hompel, et al., 2010, s. 2). Die Systeme, die im Speziellen für die Bedürfnisse von Lagern entwickelt worden sind, werden als Lagerverwaltungssysteme (LVS) oder je nach Funktionsumfang als Warehouse Management Systeme (WMS) bezeichnet. Der Fokus von LVS liegt auf der Verwaltung von Lagerorten, Mengen und Transportsystemen (Verein Deutscher Ingenieure, 2015, s. 2). WMS ermöglichen neben der Steuerung die Kontrolle und Optimierung komplexer Lager und Distributionszentren (ten Hompel, et al., 2010, s. 8). Unabhängig davon, welche Funktionen eines WMS der Kunde nutzen möchte, ist es notwendig, die Prozesse und Strukturen des Unternehmens in diesem abzubilden. Da das Wissen hierfür in vielen Unternehmen fehlt, werden Dienstleister engagiert. Je größer der Zeitbedarf für den Dienstleister ist, desto höhere Kosten entstehen. Um diese zu senken, können Unternehmen eine Vorleistung erbringen, indem sie ihre Prozesse im Vorfeld abbilden. Die Prozessabbildung erfolgt mit Modellierungsmethoden. Ein Bestandteil von Modellierungsmethoden sind Notationen. Eine Notation ist eine Ansammlung von standardisierten Symbolen und Zeichen, mit denen die Prozesse in einer bestimmten Art und Weise dargestellt werden können (Dudenredaktion, 2018). Die Modellierungsmethoden können, je nach Anwendungsgebiet, unterschiedlich aufgebaut sein. Die Modellierungsmethode BPMN 2.0 ist beispielsweise dafür gedacht, Prozesse zur Kommunikation oder zur Dokumentation abzubilden (Weißenberg, 2010, s. 56ff.). Für den Anwendungsfall einer Prozessabbildung in einem WMS existiert keine Modellierungsmethode und somit auch keine Notation. Da keine Notation auf die Logik, den Aufbau und den Informationsbedarf eines WMS abgestimmt ist, müssen Notationen aus „fremden“ Anwendungsgebieten adaptiert werden, wodurch die Prozesse nicht ideal dargestellt werden können.

Aus dieser Problematik ergibt sich eine Fragestellung. Existiert eine Notation, die sich dafür eignet, Prozesse für ein WMS abzubilden oder kann eine Notation weiter- bzw. neuentwickelt werden, die den Anforderungen eines WMS gerecht wird? Diese Fragestellung wird in der vorliegenden Arbeit anhand des WMS SAP EWM behandelt. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer SAP-EWM-spezifischen

1 - Einleitung

Notation, die sowohl auf die Logik als auch auf den Informationsbedarf von EWM abgestimmt ist. Zur Erreichung dieses Ziels müssen mehrere Teilziele erfüllt werden. Als Grundlage für die Entwicklung der Notation muss eine Recherche zu EWM und den in der Literatur verbreiteten Modellierungsmethoden durchgeführt werden. Zu EWM muss ermittelt werden, wie das System aufgebaut ist und welche Informationen benötigt werden, um die Funktionalität zu gewährleisten. Für jede Modellierungsmethode muss bestimmt werden, wie diese methodisch aufgebaut ist, ob eine standardisierte Vorgehensweise und Richtlinien existieren, für welchen Anwendungsfall diese entwickelt worden ist, welchen Nutzen diese bringt und wie die Notation aufgebaut ist. Für die Notation muss dabei betrachtet werden, welche Symbole und Zeichen diese bereitstellt und was für Informationen durch diese dargestellt werden können. Basierend auf der EWM-Recherche müssen Anforderungen aus dem Informationsbedarf und dem Aufbau von EWM abgeleitet werden. Dies muss im Rahmen einer Anforderungsanalyse geschehen, um eine hohe Qualität jeder einzelnen Anforderung zu gewährleisten. Im Anschluss muss mit den Anforderungen die Analyse der Modellierungsmethoden durchgeführt werden, wobei die Notationen im Fokus stehen. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Analysen muss die Entwicklung durchgeführt werden, mit dem Ziel der Kreation einer EWM-spezifischen Notation. Als letztes Teilziel muss die Evaluation der Notation an einem Piloten der Windmüller und Hölscher Gruppe erfolgen.

Nachdem die Ziele der vorliegenden Arbeit beschrieben worden sind, gilt es eine Vorgehensweise zu erarbeiten. Hierfür werden Vorgehensmodelle betrachtet. Der Aufbau dieser Arbeit ist an das Wasserfallmodell angelehnt. Das Wasserfallmodell gibt mehrere Phasen vor, die sequentiell durchlaufen werden (Walter Ruf, 2008, s. 31). Am Ende jeder Phase findet eine Überprüfung statt. Dabei werden die Ergebnisse auf Vollständigkeit und Fehlerfreiheit überprüft. Sofern die Ergebnisse zufriedenstellend sind, wird der Übergang in die nächste Phase eingeleitet. Nur bei schwerwiegenden Projektabweichungen, wie dem Auftreten neuer Anforderungen, wird in eine vorherige Phase zurückgekehrt (Burghardt, 2018, s. 161). Es werden die folgenden Phasen angenommen: Anforderungsermittlung, Analyse, Entwurf, Realisierung und Test (Abbildung 1-1).

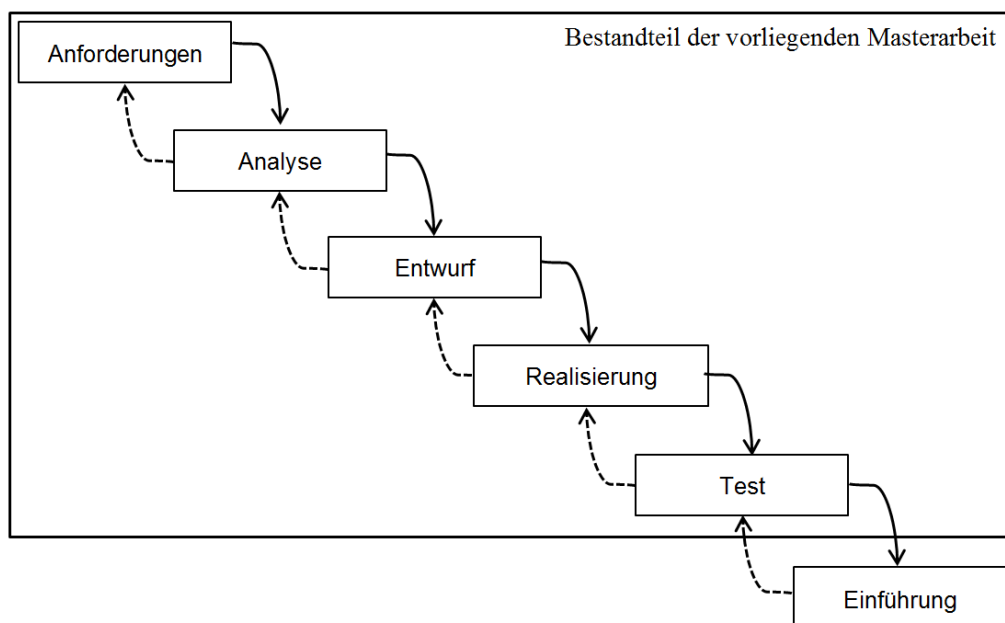


Abbildung 1-1: Vorgehensmodell nach dem Vorbild des Wasserfallmodells

1 - Einleitung

In der ersten Phase, der Anforderungsermittlung, wird der Standard des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) aus dem „Guide to the Software Engineering Body of Knowledge“ genutzt. Hiernach werden zuerst die Anforderungen ermittelt, die an eine SAP-EWM-spezifische Notation gestellt werden. Im Anschluss an die Ermittlung werden die Anforderungen analysiert und beschrieben, bevor die Anforderungsrevision, also eine abschließende Prüfung durchgeführt wird. Bei der nächsten Phase, der Analyse der Modellierungsmethoden, werden geeignete und verbreitete Modellierungsmethoden näher betrachtet. Die zuvor ermittelten Anforderungen werden genutzt, um die Modellierungsmethoden zu bewerten. Jede Modellierungsmethode wird einzeln überprüft, ob diese die aufgestellten Anforderungen erfüllen kann. Dabei wird ermittelt, welche Bestandteile und Funktionen zur Erfüllung der Anforderungen beigetragen haben. Der Fokus der Analyse liegt dabei auf den Notationen. Ergebnis der Analyse ist eine Bewertung aller relevanten Bestandteile der Modellierungsmethoden. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird eine Entscheidung gefällt, wie in der nächsten Phase, dem Entwurf, vorgegangen werden soll. Angelehnt an die Logik des Method Engineering, wird überprüft, ob eine der Modellierungsmethoden bereits in der Lage ist, die Anforderungen zu erfüllen oder ob eine der Modellierungsmethoden so viele der Anforderungen erfüllen konnte, dass diese lediglich weiterentwickelt und spezifiziert werden muss. Falls dies nicht der Fall ist, wird in der Phase des Entwurfs auf die einzelnen, anforderungserfüllenden Bestandteile der Modellierungsmethoden zurückgegriffen und eine neue Modellierungsmethoden entwickelt (Henderson-Seller, et al., 2014, s. 6ff.). Im Fokus steht dabei die Entwicklung der Notation. Sobald die Entwicklung abgeschlossen werden konnte, folgt die Realisierung. Diese wird aus der Umsetzung des Entwurfs in Microsoft Visio bestehen. Der Test erfolgt an Prozessen von Windmüller und Hölscher. Dieser liefert Ergebnisse hinsichtlich der Vorzüge und gegebenenfalls auch Nachteile der neuen Notation im Hinblick auf die Abbildung der Prozesse in EWM.

2. Intralogistik

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung einer Notation, die vornehmlich Prozesse im Umfeld der Intralogistik abbilden soll. Aus diesem Grund wird im Folgenden der Begriff der Intralogistik erläutert, bevor auf den Aufbau der Intralogistik eingegangen wird.

2.1 Begriffsdefinition

Der Begriff der Intralogistik kann als Zusammensetzung aus den Worten Intra, lateinisch für innerhalb, sowie Logistik angesehen werden. Der Begriff der Logistik stammt ursprünglich aus dem Militär, wo der Begriff für die Beschaffung, Unterhaltung und den Transport von Soldaten und Gütern eingesetzt wurde (Arndt, 2015, s. 15). Seit 1970 findet der Begriff in der deutschen Wirtschaft Anwendung (Arnold, et al., 2008, s. 3). Für den Logistikbegriff existieren mehrere Definitionen. Diese unterscheiden sich darin, wie weit der Logistikbegriff gefasst wird und in der Fokussierung auf Teilgebiete der Logistik. Eine verbreitete Definition stammt vom amerikanischen Logistikverband Council of Supply Chain Management Professionals, diese lautet: „Logistik ist der Prozess der Planung, Realisierung und Kontrolle des effizienten, kosteneffektiven Fließens und Lagerns von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Fertigfabrikaten und den damit zusammenhängenden Informationen vom Liefer- zum Empfangspunkt entsprechend den Anforderungen des Kunden.“ (Pfohl, 2016, s. 4). Die offizielle Definition für den Begriff Intralogistik wurde 2005 vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) erstmalig vorgestellt. Diese lautet: „Die Intralogistik umfasst die Organisation, Steuerung, Durchführung und Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses, der Informationsströme sowie des Warenumschlags in Industrie, Handel und öffentlichen Einrichtungen.“ (Arnold, 2006, s. 1). Aus den Begrifflichkeiten und der Definition ist erkenntlich, dass es sich bei der Intralogistik um einen Teilbereich der Logistik handelt, der sich auf den innerbetrieblichen Material- und Informationsfluss einer Betriebsstätte konzentriert. Die Intralogistik ist nicht mehr und nicht weniger, als die Logistik ohne außerbetriebliche Transportlogistik und außerbetriebliche Informationsflüsse (Arnold, 2006, s. 47).

2.2 Ziele und Aufbau der Intralogistik

Das übergeordnete Ziel der Logistik besteht darin, die richtigen Materialien und Güter in der richtigen Menge, in der richtigen Qualität, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort und zu minimalen Kosten bereitzustellen. Diese Ziele nennen sich die R der Logistik (Martin, 2014, s. 2f.). Ein weiterer Ansatz zur Definition von Zielen in der Logistik ist die Unterscheidung zwischen der Logistikleistung und den Logistikkosten (Muchna, et al., 2018, s. 42). Die Logistikleistung umfasst den Lieferservice, die -bereitschaft und die -flexibilität (Arnold, et al., 2008, s. 7ff.). Bei den Logistikkosten wird zwischen Transport-, Bestands- und Systemkosten unterschieden. Ziel ist, die Logistikleistung zu maximieren, während die Kosten zu minimieren sind. Das Ziel der Intralogistik deckt sich mit dem Ziel der gesamten Logistik, nämlich die Erfüllung der sechs R der Logistik. Im Fokus steht bei der Intralogistik damit die Leistungssteigerung der innerbetrieblichen Logistik sowie die Kostensenkung. (Martin, 2014, s. 4)

2 - Intralogistik

Die Intralogistik bezieht sich auf den innerbetrieblichen Teil der Beschaffungs-, Produktions- und Distributionslogistik (Martin, 2014, s. 4). Als Quelle ist für die Intralogistik immer der Wareneingang zu nennen und als Senke der Warenausgang (Gudehus, 2010, s. 551). Die Anordnung der weiteren Bestandteile und somit der genaue Aufbau der Intralogistik sind nicht eindeutig festzulegen, da diese vom Anwendungsfall in der Praxis abhängig sind. Aus diesem Grund handelt es sich im Folgenden um einen beispielhaften Aufbau (Abbildung 2-1).



Abbildung 2-1: Aufbau der Intralogistik

Der Wareneingang ist der erste Teil der Intralogistik und stellt somit die Schnittstelle zur außerbetrieblichen Logistik dar (Arnold, 2006, s. 47). Die Aufgabe des Wareneingangs besteht in der Bereitstellung der Ware vor der Einlagerung (Arnold, et al., 2008, s. 404). Der erste Schritt im Wareneingang ist die Entgegennahme der Ware durch die Mitarbeiter. Bei Eingang der Ware wird diese einer Eingangsprüfung unterzogen. Ziel der Eingangsprüfung ist die Feststellung, ob die Ware in der Form zur Einlagerung geeignet ist (Arnold, et al., 2008, s. 404). Die Prüfung umfasst die Kontrolle der Beschaffenheit der Lieferung, des Transporthilfsmittels, der Daten und Zulässigkeit der Lieferung (Verein Deutscher Ingenieure, 2005). Bei der Prüfung der Beschaffenheit wird kontrolliert, ob die Lieferung in dem vereinbarten Zustand geliefert worden ist. Hierunter fällt unter anderem die Begutachtung hinsichtlich Beschädigungen. Die Prüfung der Transporthilfsmittel bezieht sich auf das Fördermittel, mit dem die Lieferung transportiert worden ist, wie beispielsweise Paletten. Die Datenprüfung betrifft die Lieferpapiere, Bestell- und Produktionsdaten. Die Zulässigkeit wird kontrolliert, indem geprüft wird, ob die Lieferung dem richtigen Bereich zugeordnet ist, ob es sich um Gefahrgut handelt und ob die Abmessungen zulässig sind. Im Anschluss an die Eingangsprüfung erfolgt die Bildung der Lagereinheiten, bei der sowohl waren- als auch lagerspezifische Kriterien relevant sind. Die waren-spezifischen Kriterien ergeben sich direkt aus den Bedürfnissen der Waren, wie Sicherheitsvorkehrungen und die Palettenauswahl. Lagerspezifische Kriterien orientieren sich an den Gegebenheiten des jeweiligen Lagers. Hierzu zählen beispielsweise das zulässige Gewicht und die Abmessungen (Verein Deutscher Ingenieure, 2005). Nachdem die Lagereinheit zudem über ein Merkmal identifiziert worden ist, gilt die Bildung als vollendet. Abschließend können im Wareneingang weitere Prüfungen stattfinden. Bei der Mengenprüfung werden die bereitgestellten Waren und die Informationen abgeglichen, um Fehler hinsichtlich der Menge zu finden. Die Qualitätskontrolle kann sowohl kurze Prüfungen als auch längere Untersuchungen umfassen. Als kurze Qualitätskontrolle sind einfache Sichtprüfungen möglich. Lange Qualitätskontrollen können Prüfungen im Labor sein. Mit Abschluss des Wareneingangs sind die bereitgestellten Waren zur Einlagerung freigegeben (Verein Deutscher Ingenieure, 2005).

Der Lagerprozess erstreckt sich vom Wareneingang bis zum Warenausgang. Aus der Bereitstellungszone des Wareneingangs muss die Ware zum Identifikationspunkt befördert werden. An diesem werden die Lagereinheiten kontrolliert. Bei der Identitätskontrolle wird geprüft, ob die

2 - Intralogistik

tatsächliche Lagereinheit mit den Daten übereinstimmt (Verein Deutscher Ingenieure, 2005). Die Kontrolle der Lagerfähigkeit testet zudem, ob die Lagereinheit auf Grundlage der Abmessungen, des Gewichtes und weiterer Kriterien eingelagert werden kann. Im nächsten Schritt erfolgt die Einlagerung. Für die Lagereinheit wird anhand von Kriterien der optimale Lagerplatz ermittelt und reserviert. Der Transportweg zum Lagerplatz und das Transportmittel werden festgelegt. Der Vorgang des Einlagerns wird systemseitig überwacht. Mit Abschluss der Einlagerung beginnt die eigentliche Lagerverwaltung. Bei der Lagerverwaltung werden das Lager und die eingelagerten Lagergüter verwaltet und überwacht (Verein Deutscher Ingenieure, 2005). Die Verwaltung besteht aus der Verwaltung der Daten und der Bestandsführung. Die Überwachung betrifft das Lagergut, indem bspw. das Verfallsdatum und der Minimalbestand überprüft werden. Zudem werden die Lagerbedingungen, wie die Temperatur und Luftfeuchtigkeit, überprüft. Nach der Lagerverwaltung folgt die Auslagerung. Grundlage für die Auslagerung legen die Auslageraufträge. Diese werden überprüft und anschließend freigegeben. Anhand verschiedener Kriterien wird der Lagerplatz ermittelt, von dem die benötigte Ware ausgelagert wird (Verein Deutscher Ingenieure, 2005). Die Auslagerung wird während der Ausführung überwacht. Systemseitig wird der Bestand um die ausgelagerten Mengen reduziert und ggf. Lagerplätze freigegeben. Die Auslagerung erfolgt auf einen Kontrollpunkt. An diesem findet erneut eine Identitätskontrolle statt. Zudem wird die passende Warenausgangszone für die Lagereinheit ermittelt sowie Arbeitsanweisungen erstellt, die der Lagereinheit zugewiesen werden. Vom Kontrollpunkt wird die Lagereinheit mit Hilfe des ausgewählten Transportmittels zur ermittelten Warenausgangszone befördert. Mit der Überführung der Lagereinheit in den Warenausgang ist der Lagerprozess beendet.

Der Warenausgang umfasst die Bearbeitung der Lagereinheiten anhand der Arbeitsanweisungen, die Bereitstellung der Lagereinheiten und den Abtransport (Verein Deutscher Ingenieure, 2005). Hierbei handelt es sich erneut um eine Schnittstelle zur außerbetrieblichen Logistik. Falls sich die Lagereinheiten nicht bereits in dem passenden Zustand befinden, werden diese anhand der Arbeitsanweisungen zu Versandeinheiten zusammengefasst und das Transportmittel optimiert. Übermengen werden über einen Identifikationspunkt erneut eingelagert. Für den Fall, dass mehrere Versandeinheiten zusammen abtransportiert werden sollen, werden diese zusammengeführt und gemeinsam bereitgestellt (Verein Deutscher Ingenieure, 2005). Der Auftragsstatus und die für den Transport relevanten Informationen werden angepasst. Auf Basis der Informationen werden die Transportaufträge sowie Versandpapiere erstellt und der Versandeinheit hinzugefügt. Zum Abschluss des Warenausgangs erfolgt die Verladung und der Transport zum Empfänger (Verein Deutscher Ingenieure, 2005).

3. Warehouse-Management-System

Die Einführung und Nutzung von Warehouse-Management-Systemen (WMS), im speziellen von SAP Extended Warehouse Management (EWM), ist von hoher Relevanz für die Entwicklung der Notation. Der Fokus bei der Entwicklung liegt auf der SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung. Um eine frühzeitige und durchgängige Orientierung an den Bedürfnissen von EWM zu gewährleisten, werden die Anforderungen zu einem Großteil aus dem Informationsbedarf von EWM bezogen. Um die Anforderungen ermitteln zu können, wird auf den Nutzen und die Ziele des Einsatzes von WMS und dann auf die Logik, den Aufbau und die Funktionen von EWM eingegangen.

3.1 Notwendigkeit, Funktionen und Nutzen des Einsatzes von WMS

Die Gründe für den Einsatz eines WMS und die Unterschiede zu einem LVS wurden bereits erörtert. WMS können an den Bedarf des Kunden angepasst werden. Es gibt Kernfunktionen, die in jedem der Systeme enthalten sind, um die grundlegenden Bedürfnisse zu erfüllen (Verein Deutscher Ingenieure, 2015). Die Kernfunktionen decken den Bereich an Funktionen ab, den jedes WMS besitzen muss, um die Aufgaben eines Managementsystems erfüllen zu können (Abbildung A - 1). Diese unterstützen den hauptsächlichen Einsatzbereich eines WMS, die Prozesse vom Wareneingang über lagerinterne Prozesse bis hin zum Warenausgang. Zudem kommen Kernfunktionen hinzu, welche die Grundlage für das ganze System bilden (Verein Deutscher Ingenieure, 2015). Die Lagerstruktur umfasst die Abbildung eines Lagers über Organisationseinheiten. Die Stammdatenverwaltung bezeichnet die Grundinformationen zu Objekten sowie deren Verwaltung. Mit der Bestandsverwaltung sind die Funktionen gemeint, die zur Verwaltung der Lagerbestände genutzt werden. Alle Funktionen des Transportes fallen unter die Transportverwaltung (Verein Deutscher Ingenieure, 2015). Die Kernfunktionen der Einsatzbereiche beziehen sich auf die dort stattfindenden Teilprozesse. Der Wareneingang bezeichnet die Schnittstelle vom Lieferanten zum Unternehmen und somit den Übergang vom außer- zum innerbetrieblichen Materialfluss (Klug, 2018, s. 232). Im Wareneingang finden viele Teilprozesse statt, die sich über die Aufgabengebiete Warenannahme, Mengenkontrolle und Qualitätskontrolle erstrecken (Blom & Harlander, 2003, s. 83). Für die Prozesse des Wareneingangs existieren Kernfunktionen, wie die Avisierung oder Dekonsolidierung. Die Avisierung ist die Ankündigung einer Lieferung mit Informationen zum Lagerzugangszeitpunkt, der Bestellung und dem Material. Die Vereinzelnung der Gebinde in einzelne Lagereinheiten wird als Dekonsolidierung bezeichnet (Verein Deutscher Ingenieure, 2015). Das Lager bezeichnet den Bereich der Logistik, in dem Waren aufbewahrt und konsolidiert werden (Krampe, et al., 2012, s. 372ff.). Zu den lagerinternen Prozessen stehen Funktionen des WMS zur Verfügung, wie eine Umlagerung oder Inventur. Die Umlagerung meint den Transport einer Ware von einer Örtlichkeit des Lagers zu einer anderen Örtlichkeit. Die Funktion der Inventur ermöglicht die Erfassung und Bewertung aller Vermögenswerte innerhalb des Lagers (Verein Deutscher Ingenieure, 2015). Der dritte Bereich der Kernfunktionen ist der Warenausgang. Zu vielen der grundlegenden Aufgaben des Warenausgangs und der damit verbundenen Prozesse existieren Funktionen des WMS. Ein Beispiel hierfür ist das Kommissionieren. Unter Kommissionieren versteht man das physische Zusammenfassen unterschiedlicher Mengen zu einem Lieferauftrag (Fortmann & Kallweit, 2007). Ein WMS übernimmt Funktionen, wie die Organisation der Bereitstellungsfläche oder die Vollständigkeitskontrolle des Lieferauftrags (Verein Deutscher Ingenieure, 2015).

3 - Warehouse-Management-System

Neben den Kernfunktionen existieren Zusatzfunktionen. Diese werden je nach Kundenbedarf zur Verfügung gestellt (Abbildung A - 2). Falls der Kunde für diese Funktion einen Bedarf hat, dann muss er diesen an den Anbieter kommunizieren, der das passende System auswählt bzw. ein System entsprechend anpasst, indem weitere Systeme über Schnittstellen mit dem WMS verbunden werden.

Zur Nutzung des vollen Funktionsumfangs benötigt ein WMS alle relevanten Informationen. Um die Verfügbarkeit der Informationen sicherzustellen, kann es notwendig sein, das WMS an bestehende Systeme anzubinden. Über eine Schnittstelle wird die Kommunikation mit den Systemen gewährleistet (Verein Deutscher Ingenieure, 2003). Darüber, wie die Systeme hierarchisch in der Systemlandschaft angeordnet sind, kann keine allgemein gültige Aussage getroffen werden, da dies vom Anwendungsfall abhängig ist. Grundsätzlich lassen sich die weiteren Systeme in Bezug zum WMS in übergeordnete, untergeordnete oder nebenstehende Systeme klassifizieren (Verein Deutscher Ingenieure, 2015). Als übergeordnetes System bestehen meist Enterprise Resource Planning Systeme (ERP) (Verein Deutscher Ingenieure, 2015). ERP-Systeme werden eingesetzt, um eine Fülle an Aufgaben der Planung und Organisation über die Geschäftsbereiche eines Unternehmens zu unterstützen (Hausladen, 2014, s. 216ff.). Typische Aufgabenfelder sind die Materialwirtschaft, Produktionsplanung, das Projektmanagement, aber auch das Finanzwesen, Personalwesen und Controlling (Bauer, 2012, s. 74f.). Zu untergeordneten Systemen zählen Materialflusssteuerungssysteme und speicherprogrammierbare Steuerungen (Verein Deutscher Ingenieure, 2015). Die Materialflusssteuerungssysteme übernehmen die Koordinierung von Prozessen und Transportaufträgen. Über speicherprogrammierbare Steuerungen kann das System sowohl Anlagen und Maschinen steuern als auch über Sensoren Informationen über Prozesse aufnehmen (Grötsch, 2004, s. 17ff.). Das System kann ebenfalls mit nebenstehenden Systemen kommunizieren, die hierarchisch auf der gleichen Ebene angesiedelt sind (Verein Deutscher Ingenieure, 2015). Hierunter fallen Versand-, Transport-Management- oder auch Management-Informationssysteme (Riegler, et al., 2017).

WMS bieten die Möglichkeit zur Kontrolle und Optimierung komplexer Lager- und Distributionszentren. Das Führungs- und Kontrollsystem schafft auf Basis eines WMS erhöhte Sicherheit. Grund dafür ist die Datenbasis, die Informationen über Bestände, Lagerorte und Aufträge liefert. Die Dokumentation aller Abläufe schafft Transparenz entlang der Lieferkette. Die stetige Informationsbereitstellung und -verarbeitung ist Grundlage für die Beherrschung der Komplexität in Lager und Distributionszentren. Der Einsatz eines WMS ermöglicht ein verbessertes Reaktionsvermögen, die Steigerung der logistischen Leistungsfähigkeit der Warenverteilensysteme, die Minimierung der Bestände und Kosten (ten Hompel, et al., 2010, s. 7).

3.2 SAP als Anbieter von Software im Bereich der Intralogistik

SAP SE (Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung) ist ein deutscher und weltweit der drittgrößte unabhängige Softwarehersteller (SAP, 2018). Das Unternehmen, welches bereits 1972 gegründet worden ist, erwirtschaftete im vergangenen Jahr mit seinen über 90.000 Mitarbeitern einen Umsatz von über 23 Mrd. € (SAP, 2018). Die Produktpalette besteht vornehmlich aus Software zu den verschiedensten Bereichen, wie dem Enterprise-Resource-Planning, den Cloudplattformen, der Beschaffung, der Logistik und vielen weiteren (SAP, 2018).

3 - Warehouse-Management-System

Im Bereich Logistik, der bei SAP unter dem Produktbereich digitale Lieferkette und Supply Chain Management läuft, gibt es drei Softwarelösungen im Angebot. Diese sind das Integrated Business Planning, das Transportation Management und das Extended Warehouse Management (EWM). Die Software Integrated Business Planning bietet Möglichkeiten im Bereich der Planung. Cloudbasiert können Absatz- und Produktionsplanungen, Bestandsoptimierungen und weitere Planungen durchgeführt werden. Das Transportation Management ist die Software für Transportaufgaben, wie die Optimierung und Konsolidierung von Transporten, die Erstellung von Transportplänen und verschiedene Analysen auf Grundlage der gesammelten Transport- und Logistikdaten. Das Extended Warehouse Management (EWM) steht als Software, die Lösungen zur Lagerverwaltung anbietet, im Fokus dieser Arbeit. Die Software ermöglicht zum einen Basisfunktionen, wie die Steuerung und Überwachung von Wareneingang und -ausgang und das Bestandsmanagement (Lange, 2015, s. 33 f.). Zum anderen ermöglicht diese erweiterte Funktionen, wie Cross Docking, Retouren, Yard Management, die Anbindung an die automatisierten Lager, sowie weitere logistische Zusatzleistungen (Lange, 2015, s. 33 f.) (SAP, 2018).

3.3 Aufbau und Funktionen von SAP EWM

Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer Notation, welche die Erstellung von Prozessmodellen ermöglicht, die EWM-spezifische Informationen enthalten. Für diesen Abschnitt sind auf Basis dieses Ziels zwei Hauptaspekte zu betrachten. Zum einen liegt der Fokus vornehmlich auf dem Prozess zwischen der Anlieferung und der Auslieferung. Der Anspruch besteht darin, angrenzende Abläufe dann zu betrachten, wenn diese wichtigen Informationen für den Prozess liefern. Zum anderen ist das System EWM so umfassend, dass nicht alle Aspekte und Informationen betrachtet und vor allem nicht mit Hilfe der Notation dargestellt werden können. Aus diesen Gründen wird im Folgenden vor allem auf die Prozesse der Einlagerung, der internen Warenbewegungen und der Auslagerung eingegangen. Anhand dieser werden alle wichtigen Informationen und Abläufe erläutert. Zuvor wird die Organisationsstruktur beschrieben.

3.3.1 Organisationsstruktur

Die Abbildung eines Unternehmens erfolgt in SAP in der Organisationsstruktur (Lange, 2015, s. 65ff.). Die Organisationsstruktur teilt sich in ERP und EWM auf.

Die Organisationsstrukturen von SAP ERP und EWM sind hierarchisch aufgebaut. Diese zerlegen sich in Organisationselemente. Die Organisationselemente sind Mandant, Buchungskreis, Werk, Lagerort, Lagernummer, Lagertyp, Lagerbereich, Lagerplatz, Lagertor, Bereitstellungsplatz und Arbeitsplatz (Lange, 2015, s. 65ff.). Der Mandant steht über der Organisationsstruktur. Für jeden Mandanten wird eine eigene Organisationsstruktur aufgebaut. Die Organisationsstruktur beginnt mit dem Buchungskreis und baut sich über die Werke und Lagerorte bis hin zu den Lagernummern auf. Die Lagernummern sind das kleinste Organisationselement in SAP ERP (Abbildung A - 3).

Die Organisationsstruktur von EWM beginnt bei den Lagernummern und endet mit den Lagerplätzen. Aus einer Lagernummer ergeben sich mehrere Lagertypen, die in Lagerbereiche und letztendlich in Lagerplätze zerlegt werden (Lange, 2015, s. 72ff.). Die Lagerplätze stellen das kleinste Organisationselement in EWM dar (Abbildung A - 3). Um die Organisationsstruktur von EWM sowie die Organisationselemente zu verstehen, werden diese nun im Einzelnen erläutert.

3 - Warehouse-Management-System

Ein Buchungskreis bezeichnet eine Einheit aus dem Rechnungswesen, die als abgeschlossene Einheit abgebildet werden kann. Die Buchungskreise umfassen abgeschlossene Bereiche, wie Regionen, Bundesländer und ganze Länder (Lange, 2015, s. 67f.). Werke bezeichnen die Bestände einer geografischen Niederlassung. Die Werke werden einem Buchungskreis zugeordnet (Lange, 2015, s. 68f.). Lagerorte werden genutzt, um logische oder örtliche Trennungen von Beständen darzustellen. Die logische Trennung wird verfolgt, um zwischen verfügbaren und nicht verfügbaren Produkten zu unterscheiden (Lange, 2015, s. 69ff.). Die örtliche Trennung kennzeichnet Bestände, die sich an unterschiedlichen Orten befinden. Jeder Lagerort wird einem Werk zugeordnet. Ein Lagerort kann genau eine Lagernummer erhalten oder mehrere Lagerorte werden unter einer Lagernummer zusammengefasst (Lange, 2015, s. 69ff.).

Die Lagernummer ist das erste Organisationselement, das in EWM Anwendung findet. Diese bezeichnet genau ein physisches Lager. Lagernummern können sich über Lagerorte, Werke und Buchungskreise erstrecken. Beispielsweise können Lagerorte logisch getrennt werden, jedoch physisch an der gleichen Stelle lagern. In diesem Fall erhalten beide Lagerorte die gleiche Lagernummer (Lange, 2015, s. 72ff.). Die Lagernummer in SAP ERP ist eine dreistellige, in EWM eine vierstellige Kennziffer. Die Lagernummern werden einander 1:1 zugewiesen. Die Lagernummern werden in ein oder mehrere Lagertypen zerlegt (Lange, 2015, s. 80ff.).

Lagertypen werden genutzt, um Bereiche nach der Lagermethode, Arten von Materialien oder Ein- und Auslagerungsstrategien zu unterscheiden. In den Bereich der Lagertypen fallen zudem die Schnittstellenlagertypen. Bei diesen handelt es sich um Bestände, die nicht in ein Lager eingelagert worden sind, sondern sich an Arbeitsplätzen, Toren oder anderen Orten befinden. Für die Lagertypen werden mehrere Parameter festgelegt. Dazu gehören unter anderem die Ein- und Auslagerungsstrategien und wie bzw. ob Bestände überprüft werden. Aus einem Lagertyp können ein oder mehrere Lagerbereiche oder direkt Lagerplätze entspringen (Lange, 2015, s. 83ff.).

Lagerbereiche sind ein Organisationselement, welches nicht eingesetzt werden muss. Die Lagertypen können in Lagerbereiche und dann in Lagerplätze oder direkt in Lagerplätze zerlegt werden, falls es sich um weniger komplexe Lagertypen handelt. Die Lagerbereiche werden genutzt, wenn das Lager noch detaillierter unterteilt werden soll, als es durch Lagertypen der Fall ist. Die Unterteilung der Lagerbereiche kann nach Materialarten oder der Erreichbarkeit erfolgen. Die Lagerbereiche werden in Lagerplätze zerlegt (Lange, 2015, s. 85ff.).

Lagerplätze stehen für eine bestimmte Stelle im Lager, an der Materialien eingelagert werden. Jeder Lagerplatz erhält einen Namen, der nach einem Raster, wie Gang, Ebene, Platz, ermittelt wird (Lange, 2015, s. 87f.). Lagerplätze benötigen als Information den Namen, die Lagernummer und den Lagertyp, um definiert werden zu können. Freiwillige Informationen sind der Lagerbereich, der Platzzugriffstyp, der Brandabschnitt, die Lagerungsgruppe für layoutorientierte Lagerungssteuerung, die Lagerungsgruppe für Ressourcenausführung-Constraint, die Gesamtkapazität, die Lagerkoordinaten, Informationen über die Rasterposition und Visualisierung des Lagerplatzes, die Verifikation, der Systemstatus und der Anwenderstatus (Lange, 2015, s. 88ff.). Mit dem Platzzugriffstyp wird festgelegt, welche Priorität die Ausführung der Lagerung bei diesem Lagerplatz hat. Brandabschnitte werden angelegt, um Gefahrstoffe zu markieren. Mit dem Lagerplatztyp können mehrere Lagerplätze

3 - Warehouse-Management-System

zu einer Gruppe zusammengefasst werden, die gleichartige Ausprägungen vorweisen. Der Lagerplatztyp wird genutzt, um festzuhalten, welche Handling-Unit-Typen dort gelagert werden dürfen. An der Gesamtkapazität können mehrere Werte, wie das Gesamtgewicht oder -volumen angegeben werden. Um die Position des Lagerplatzes zu ermitteln, werden Lagerkoordinaten in X-, Y- und Z- Richtung bestimmt und für jeden Lagerplatz hinterlegt. Die Informationen zur Rasterpositionen dienen zur Visualisierung des Lagers. Die Verifikation ermöglicht, einen Lagerplatz mit Hilfe eines Scanvorgangs zu verifizieren. Der Systemstatus wird genutzt, um Ein- und Auslagersperren für einzelne Lagerplätze zu vergeben.

Aktivitätsbereiche werden genutzt, um Lagerplätze für eine Aktivität zu gruppieren. Die Aktivität stellt eine Lagertätigkeit dar, die eine Warenbewegung zur Folge hat. Der Aktivitätsbereich gibt an, welche Lagerplätze für die Aktivität geeignet sind. Dabei können die Aktivitätsbereiche über Lagerbereiche und -typen hinweg gehen. Die Aktivitätsbereiche dienen in EWM unter anderem als Information für die Bildung von Lageraufträgen, die Sortierung von Lagerplätzen und die Queue-Findung (Lange, 2015, s. 100ff.).

Bereitstellungszonen sind Bereiche im Lager, die zur Zwischenlagerung von Waren dienen, die entladen worden sind oder beladen werden sollen. In EWM werden Bereitstellungszonen als Lagerbereich definiert. Mehrere Bereitstellungszonen können als eine Bereitstellungszonengruppe zusammengefasst werden, die den Lagertyp darstellt. Die Lagertore stehen in EWM in enger Verknüpfung zu den Bereitstellungszonen. Lagertore sind Bereiche, an denen Waren das Lager verlassen oder erreichen können. Für jedes Lagertor wird festgelegt, ob es sowohl für den Wareneingang als auch für den Warenausgang genutzt wird. Zudem werden die Lagertore den Bereitstellungszonen zugewiesen. Ein Lagertor kann mehreren Bereitstellungszonen und einer Bereitstellungszone mehrere Lagertore zugeordnet sein (Lange, 2015, s. 106ff.).

Ein vielfältiger Bereich im Lager sind die Arbeitsplätze. Diese kennzeichnen Bereiche, an denen Aktivitäten mit Beständen oder HUs durchgeführt werden. Arbeitsplätze werden in EWM einzeln oder als Arbeitsplatzgruppe definiert. Für einen Arbeitsplatz werden der Lagertyp und der Lagerplatz definiert. Falls für mehrere Arbeitsplätze ein gemeinsamer Eingangs- und Ausgangsbereich festgelegt werden soll, wird dies über Lagerbereiche umgesetzt. Einem Arbeitsplatz werden Informationen, wie eine Lagerprozessart oder ein Layout eingepflegt (Lange, 2015, s. 110).

3.3.2 Lagerungssteuerung

Bevor auf die Prozesse des Wareneingangs, der internen Lagerbewegung und des Warenausgangs eingegangen wird, stellt sich die Frage, wie Produktbewegungen in EWM gesteuert werden. EWM nutzt die prozessorientierte (POLS) und die layoutorientierte (LOLS) Lagerungssteuerung, um die Prozesse systemseitig zu steuern (Lange, 2015, s. 328ff.). Die POLS findet Anwendung, wenn es darum geht, komplexe Prozesse abzubilden. Die LOLS wird eingesetzt, um Lagerbewegungen über Zwischenlagerplätze umzuleiten. Mit POLS wird für Prozesse festgelegt, welche einzelnen Prozessschritte durchlaufen werden. Hierfür stehen die von SAP definierten internen Lagerungsprozessschritte (ILPS) zur Verfügung (Lange, 2015, s. 337). Bei diesen handelt es sich um standardisierte Schritte, die nicht verändert oder angepasst werden können (Abbildung A - 4). Ein Lagerungsprozess in EWM besteht aus mehreren externen Lagerungsprozessschritten (Lange, 2015, s.

3 - Warehouse-Management-System

337). Diese wiederum setzen sich aus ILPS zusammen. Für jeden ILPS ist von SAP vorgegeben, in welchen Lagerungsprozessstypen dieser angewandt werden darf (Abbildung A - 4). Mit Hilfe der ILPS werden die Prozesse im Wareneingang, Warenausgang und interne Bewegungen definiert. Der Wareneingangsprozess wird mit dem Entladen gestartet und endet mit dem Einlagern. Der Warenausgangsprozess startet mit der Auslagerung und endet mit dem Beladen. Die interne Warenbewegung beginnt mit dem Auslagern und endet mit der Einlagerung (Lange, 2015, s. 338). Die LOLS findet Anwendung, wenn Waren nicht direkt von einem Lagerplatz auf einen anderen Lagerplatz überführt werden, sondern eine Lagerung auf einem Zwischenlagerplatz notwendig ist (Lange, 2015, s. 328). Die LOLS ist beispielsweise notwendig, wenn nach dem Entladen nicht direkt die Einlagerung erfolgt, sondern erst auf einen Arbeitsplatz umgelagert wird. Nachdem bekannt ist, wie Prozesse in EWM definiert werden, gilt es diese näher zu betrachten (Lange, 2015, s. 330).

3.3.3 Wareneingang

Der Wareneingang setzt sich aus den folgenden Schritten zusammen (Lange, 2015, s. 344):



Abbildung 3-1: Wareneingang

In den ersten drei Schritten des Wareneingangs finden Vorgänge statt, die vor allem administrativ von Relevanz sind. Die wichtigen Aspekte dieser Schritte werden herausgearbeitet. Der Fokus liegt auf den letzten beiden Schritten, da hier die physische Warenbewegungen und die dazugehörigen Systemabläufe stattfinden (Lange, 2015, s. 343ff.).

Bei Ankündigung eines Wareneingangs laufen administrative Prozesse ab, bei denen wichtige Anlieferdaten über die Anlieferung und die Anlieferungsbenachrichtigung verarbeitet, erzeugt und an die Anlieferung übergeben werden. Die Anlieferung ist der zentrale Beleg im Wareneingang. Bei der Erzeugung der Anlieferung werden neben den Anlieferdaten weitere Daten ermittelt. Die Anlieferung wird in mehrere Lageraufgaben zerlegt. Eine Lageraufgabe enthält die Informationen, die konkret zur Erfüllung einer Aufgabe benötigt werden. Durch die Lageraufgabe werden die Prozesse im Materialfluss angestoßen (Lange, 2015, s. 345ff.). Bei den Lageraufgaben wird zwischen HU- und Produkt-Lageraufgabe unterschieden. Die HU-Lageraufgabe ist der Beleg für die Bewegung einer HU, die Produkt-Lageraufgabe ist der Beleg für die Bewegung einzelner Materialien.

Mit Ankunft des LKW können die Funktionen des Yard Managements genutzt werden. Der Einsatz ist optional. Im Yard Management wird die Ankunft des LKWs erfasst. Jeder LKW wird mit Hilfe eines Transportunit (TU) im System definiert. Nach der Erfassung wird die TU einer Parkposition oder einem Tor zugewiesen (Lange, 2015, s. 377ff.).

Bei der Wareneingangsvorbereitung finden administrative Abläufe und die Erstellung der Lageraufgaben zur Entladung und Wareneingangsbuchung statt. Die TE muss der Anlieferung zugeordnet werden. Zudem gilt es, die Entlade-Lageraufgabe zu erstellen (Lange, 2015, s. 381ff.).

3 - Warehouse-Management-System

Der Prozess des physischen Wareneingangs startet nach der POLS mit dem Entladen. Die Entladung wird durch die Entlade-Lageraufgabe ausgelöst (Lange, 2015, s. 390ff.). Diese ist eine Form der Lageraufgabe. Lageraufgaben sind Belege, die in EWM eingesetzt werden, um einzelne Prozessschritte mit physischen Warenbewegungen auszulösen. Hierfür enthält jede Lageraufgabe Informationen über die HU bzw. das Produkt, den Von- und Nachlagerplatz und die Lagerprozessart (Lange, 2015, s. 308ff.). Die Lagerprozessart ist ein wichtiger Aspekt in EWM. Jeder Lagerprozess, wie ein Wareneingang, werden durch eine Lagerprozessart gesteuert. Die Lagerprozessart enthält mindestens den Lagerprozessstyp, die Aktivität und den Lagerungsprozess (Lange, 2015, s. 311ff.). Der Lagerungsprozess gibt jeden einzelnen Prozessschritt an, der durchlaufen wird. Optional kann die Lagerprozessart noch Informationen, wie den Lagertyp oder Lagerplatz enthalten (Lange, 2015, s. 311ff.). Zu Beginn jedes Lagerungsprozesses wird die Lagerprozessart ermittelt, die ab diesem Moment den Lagerungsprozesse und wichtige Informationen vorgibt. Die Ermittlung wird in EWM Findung genannt. Eine Findung meint einen Suchvorgang, der anhand von Kriterien nach etwas sucht. Bei einer Lagerprozessart-Findung werden die Kriterien Belegart, Positionsart, Lieferpriorität und selbst erzeugte Kriterien genutzt, um die passende Lagerprozessart zu suchen (Lange, 2015, s. 311ff.). Die Beleg- und Positionsart geben für einen Beleg oder einzelne Positionen des Beleges ein betriebswirtschaftliches Szenario an (Lange, 2015, s. 368ff.). Für diese sind ein Belegtyp und ein Positionstyp anzugeben, die für ein festes Lieferszenario stehen. Die Belegtypen sind GRN (Benachrichtigung über erwarteten Wareneingang), EGR (erwarteter Wareneingang), IDN (Anlieferungsbenachrichtigung), PDI (Anlieferung), ODR (Auslieferungsbenachrichtigung), PDO (Auslieferungsauftrag), FDO (Auslieferung), POR (Umbuchungsanforderung), SPC (Umbuchung) und WMR (Umlagerung) (Lange, 2015, s. 266ff.). Die Positionstypen sind DLV (Standardlieferposition), PAC (Packmittelposition), RET (Retourenposition), TXT (Textposition) und VAL (Wertposition) (Lange, 2015, s. 269ff.). Anhand der Findung kann beispielsweise für eine Eillieferung eine andere Lagerprozessart und somit ein anderer Lagerungsprozess ermittelt werden, als für eine Normallieferung. Mit Quittierung der Lageraufgabe wird für die Lieferung der Wareneingang gebucht (Lange, 2015, s. 390ff.). Nach der Entladung erfolgt eine Sichtprüfung, bei der die Handling Units als gut oder fehlerhaft klassifiziert werden. Das Ergebnis wird in einem Prüfbeleg festgehalten (Lange, 2015, s. 390ff.). Eine Handling Unit (HU) bezeichnet eine physische Einheit aus Packmitteln und darauf bzw. darin gelagerten Materialien. Packmittel bezeichnen Ladungsträger und Verpackungsmaterial (Lange, 2015, s. 222f.).

Bevor die HUs eingelagert werden, sind im Wareneingang Zwischenschritte möglich. Hierzu gehören Zählungen, Qualitätsprüfungen, Verpacken, logistische Zusatzleistungen und das Dekonsolidieren (Lange, 2015, s. 393ff.). Der Lagerungsprozess wird über die POLS abgebildet. Die Bewegung über Zwischenlagerplätze über LOLS. Anhand der Lagerprozessart ist der Lagerungsprozess für jede Anlieferposition bekannt. Dekonsolidieren ist das Vereinzeln von Material, das sich auf einer HU befindet. Die Dekonsolidierung ist notwendig, wenn Materialien auf einer HU angeliefert werden, diese jedoch getrennt eingelagert werden sollen (Lange, 2015, s. 397ff.). Die Bewegung des Materials zwischen den HUs wird systemseitig über Produkt-Lageraufgaben umgesetzt. Grund für eine getrennte Einlagerung kann bspw. die Konsolidierungsgruppe sein. Die Konsolidierungsgruppe bezeichnet Material, das zusammen verpackt wird. Die Findung der Konsolidierungsgruppe basiert auf Kriterien, wie einer gemeinsamen Lagernummer, Route, Warenempfänger, Priorität und Tor (Lange, 2015, s.

3 - Warehouse-Management-System

490). Zählungen und Qualitätsprüfungen werden durch die Quality Inspection Engine (QIE) unterstützt (Lange, 2015, s. 400ff.). Auf Basis des Prüfobjektyps und der Prüfregel wird ermittelt, wofür Prüfbelege angelegt werden. Die Prüfbelege enthalten alle Informationen, die zur Durchführung der Prüfung notwendig sind. Nach Abschluss der Prüfung wird der Beleg quittiert (Lange, 2015, s. 458ff.). Logistische Zusatzleistungen (LZL) sind Prozessschritte, welche den Wert eines Produktes im Lager steigern. Dazu gehören Prozessschritte, wie das Umpacken, Konservierungsmaßnahmen, Montage und Kennzeichnungen (Lange, 2015, s. 731ff.). LZL werden nicht durch Lageraufgaben, sondern anhand von LZL-Aufträgen gesteuert. LZL-Aufträge sind Belege, in denen die LZL, die Menge, Packspezifikationen und Hilfsprodukte angegeben werden (Lange, 2015, s. 731ff.). Packspezifikationen geben an, wie Produkte zu verpacken sind und welche Tätigkeiten bei der Verpackung durchgeführt werden müssen (Lange, 2015, s. 165ff.). Hilfsprodukte sind Produkte, die zur Durchführung der LZL notwendig sind. Ob ein Material durch eine LZL bearbeitet werden muss, wird anhand der LZL-Relevanz ermittelt, die als Kriterien die Belegart, die Positionsart und die Produktgruppe heranzieht (Lange, 2015, s. 733). Das Verpacken wird im Rahmen des Warenausgangs erläutert. Die Zwischenschritte finden auf Arbeitsplätzen statt (3.3.1). Um den richtigen Arbeitsplatz für einen Prozessschritt zu ermitteln, wird eine Findung durchgeführt. Je nach Arbeitsplatz, werden bei der Findung Kriterien, wie Route, Aktivitätsbereich, HU-Typgruppe und Von-Lagertyp genutzt. Die HU-Typgruppe fasst alle HU-Typen zusammen, die sich physisch ähneln, wie beispielsweise alle Europaletten (Lange, 2015, s. 529). Der HU-Typ beschreibt die HU, indem dieser Informationen zur Grundfläche und Höhe der HU liefert. Nachdem die Zwischenschritte erledigt worden sind, gilt es die HUs einzulagern. Dies ist möglich, wenn für alle HUs der finale Einlagerplatz bestimmt worden ist. Hierfür werden vier verschiedene Suchvorgänge durchgeführt, nämlich die Lagertyp-, Lagerbereich- und Lagerplatztyp-Findung und die Bestimmung des finalen Einlagerplatzes (Lange, 2015, s. 429ff.). Die Lagertyp-Findung wird mit der Lagertypsuchreihenfolge durchgeführt. Die Lagertypsuchreihenfolge besteht aus möglichen Lagertypen, die in Reihenfolge gebracht sind. Um die Suchreihenfolge zu bestimmen, werden die Kriterien Lagernummer, Einlagersteuernummer, Lagerprozessart, Mengenklassifizierung, Bestandsart, Verfügungsberechtigter und Gefahrestufung genutzt (Lange, 2015, s. 429ff.). Der Lagerbereich wird über die Lagerbereichssuchreihenfolge bestimmt, die anhand der Kriterien Lagernummer, Lagertyp, Gefahrestufung, Lagerbereichskennzeichen und fortlaufende Nummer bestimmt wird (Lange, 2015, s. 429ff.). Die Kennzeichen bezeichnen ein Identifikationsmerkmal, das im Produktstamm angebracht wird, um Produkte eindeutig einer Suchreihenfolge zuordnen zu können. Die Lagerplatztypsuchreihenfolge zur Ermittlung des Lagerplatztyps wird anhand der Kriterien Lagernummer, Lagertyp, HU-Typ und fortlaufende Nummer durchgeführt (Lange, 2015, s. 429ff.). Lagerplatztypen sind eine Gruppe von Lagerplätzen mit gleichen Eigenschaften (Lange, 2015, s. 429ff.). Der finale Lagerplatz wird durch eine Kombination der Findungen bestimmt, wobei diese priorisiert werden können. Bei Priorisierung werden die Ergebnisse einer Findung mehr gewichtet, als die einer Anderen. Zusätzlich zu den Findungen wird die Einlagerstrategie berücksichtigt. Als Einlagerstrategie kann beispielsweise angegeben werden, dass vornehmlich auf freien Plätzen eingelagert werden soll (Lange, 2015, s. 427ff.). Nach der Einlagerung ist der Prozess des Wareneingangs abgeschlossen.

3 - Warehouse-Management-System

3.3.4 Warenausgang

Der Wareneingangs setzt sich aus den Schritten zusammen (Abbildung 3-2):



Abbildung 3-2: Warenausgang

Alle Schritte des Wareneingangs werden betrachtet. Im Fokus stehen diejenigen, die mit physischen Warenbewegungen in Zusammenhang stehen.

Am Anfang des Warenausgangsprozess steht der Kundenauftrag (Lange, 2015, s. 476). Dieser wird schrittweise über eine Auslieferung, die Auslieferungsanforderung und den Auslieferungsauftrag in einzelne Lageraufgaben zerlegt. Wie im Wareneingangsprozess werden die Auslieferdaten übertragen und weitere Informationen durch das System ermittelt (Lange, 2015, s. 476ff.). Die Lageraufgabe stößt die physischen Warenbewegungen an.

Noch bevor die Lageraufgaben erzeugt werden, finden die Routen-Findung und die Konsolidierungsgruppen-Findung statt. Die Route gibt an, welche Produkte zusammen versandt werden. Die Konsolidierungsgruppe zeigt, welche Produkte gemeinsam verpackt werden (Lange, 2015, s. 479ff.). Für die Routen-Findung werden Kriterien, wie der Start- und Zielpunkt, das Lieferdatum, der Dokumententyp, das Gewicht und die Gefahrstoffkonditionen verwendet (Lange, 2015, s. 479ff.). Die Konsolidierungsgruppen-Findung wurde bereits erläutert. Bei der Überführung in die Lageraufgaben, wird die Lagerprozessart über eine Findung bestimmt. Die Kriterien der Findung und die Lagerprozessart wurden im Wareneingang beschrieben (3.3.3). Im Warenausgang findet das Wellenmanagement Anwendung. Beim Wellenmanagement werden Lageranforderungen zusammengefasst und priorisiert, um den Warenausgang zu optimieren (Lange, 2015, s. 298ff.). Ziel des Wellenmanagements ist, die anstehenden Aufgaben so spät wie möglich in den Prozess einzuspeisen, sodass diese sich zum richtigen Zeitpunkt beim Versand befinden. Sobald eine Welle aktiviert wird, werden alle darin enthaltenen Aufgaben zur Bearbeitung freigegeben. Das Wellenmanagement arbeitet mit Wellenvorlagen. Jeder Wellenvorlage werden Parameter zugewiesen, wie die Freigabemethode und der Wellentyp, um das Erstellen und Ausführen von Wellen zu automatisieren (Lange, 2015, s. 298ff.).

Im Warenausgang können die ILPS Kommissionieren/Auslagern, Verpacken, logistische Zusatzleistung, Bereitstellen und Beladen stattfinden (Lange, 2015, s. 337). Sobald eine Lageraufgabe für das Auslagern durch das Wellenmanagement freigegeben ist, wird der optimale Lagerplatz bestimmt, aus dem kommissioniert wird. Die Findung des Auslagerplatzes ist der Findung des finalen Einlagerplatzes sehr nah. Der Lagertyp wird über eine Lagertypsreihenfolge ermittelt, die anhand der Kriterien Lagernummer, Lagerprozessart, Bestandsart, Kundenauftragsbestand, Bestandsverwendung, Auslagersteuernkennzeichen, Mengenklassifizierung und Gefahreinstufung bestimmt wird (Lange, 2015, s. 502ff.). Der Lagerbereich und Lagerplatztyp werden bei der Auslagerung nicht bestimmt. Als weiteres Kriterium kommt die Auslagerungsstrategie zum Einsatz, die innerhalb eines Lagertyps den Lagerplatz findet. Mit mehreren Sortierattributen, wie bspw. dem Verfalldatum und dem Ursprungsland, lassen sich frei Auslagerungsstrategien konfigurieren. Des

3 - Warehouse-Management-System

Weiteren ist es möglich, standardisierte Strategien, wie FIFO und LIFO, zu nutzen (Lange, 2015, s. 506ff.). Nach der Ermittlung des Lagerplatzes im Rahmen der Lageraufgabe, werden diese in Lageraufträgen zusammengefasst. Ein Lagerauftrag umfasst so viele Lageraufgaben, wie von einer Ressource in einer definierten Zeit abgeschlossen werden können (Lange, 2015, s. 313ff.). Das Zusammenfassen der Lageraufgaben wird anhand der Lagerauftragsstellungsregeln (LAER) durchgeführt (Lange, 2015, s. 318ff.). Als Kriterien zur Findung der LAER werden die Aktivität und der Aktivitätsbereich herangezogen, die aus der Lagerprozessart der Lageraufgabe ermittelt werden können. Die LAER besitzt die Parameter Erstellungstyp, Positionfilter, Zwischensummenfilter, Grenze, Sortierregel, Packprofil, Rüstzeit, Kennzeichen Lagerauftrag gesperrt und den Lagerungsprozess (Lange, 2015, s. 318ff.). Auf Grundlage dieser Parameter werden die Lageraufgaben in Lageraufträgen zusammengefasst. Die Lageraufträge werden Ressourcen zur Durchführung zugewiesen. Dies wird systemseitig über Queues umgesetzt (Lange, 2015, s. 625ff.). Ein Queue ist eine Warteschlange in der Lageraufträge für eine oder mehrere Ressourcengruppe zur Verfügung gestellt werden. Um das passende Queue für den Lagerauftrag zu finden, wird eine Findung mit den Kriterien Lagerprozessart, Aktivitätsbereich, Lagerplatzzugriffstyp, Aktivität und Weiteren durchgeführt (Lange, 2015, s. 625ff.). Queues sind ein oder mehreren Ressourcengruppen und Ressourcengruppen sind ein oder mehreren Queues zugewiesen. Eine Ressourcengruppe fasst Ressourcen mit gleichen Eigenschaften zusammen (Lange, 2015, s. 628). Die Eigenschaften werden den Ressourcen über Ressourcentypen zugewiesen, die unter anderem Geschwindigkeiten oder HU-Typen definieren (Lange, 2015, s. 630). Beim Auslagern können sowohl ganze HUs als auch einzelne Materialien aus HUs kommissioniert werden. Falls einzelne Material kommissioniert werden, wird eine Pick-HU genutzt, auf welche die Materialien für die Auslagerung gebucht werden (Lange, 2015, s. 513ff.). Dies ist notwendig, da die POLS keine Bewegung ohne HU durchführt. Beim Kommissionieren kann es vorkommen, dass diese an einem Kommissionierpunkt erfolgen muss, da die Materialien zu groß oder schwer sind (Lange, 2015, s. 526ff.). Ein Kommissionierpunkt wird im System als Arbeitsplatz abgebildet (Lange, 2015, s. 110ff.).

Ein weiterer Schritt im Warenausgang ist das Verpacken. Das Verpacken dient dazu, Produkte zu konsolidieren, die gemeinsam verpackt werden sollen. Das Verpacken kann entweder während der Kommissionierung oder an einem Arbeitsplatz erfolgen (Lange, 2015, s. 528). Arbeitsplätze, die zum Verpacken genutzt werden, heißen Packarbeitsplätze. Bei der Findung wird auf die Kriterien HU-Typgruppe, Route, Quellaktivitätsbereich und Konsolidierungsgruppe zurückgegriffen. Die Bewegung des Materials zwischen den HUs wird über Produkt-Lageraufgaben umgesetzt.

Das Bereitstellen wird durchgeführt, wenn die HUs nicht direkt verladen werden können. Zur Findung der Bereitstellungszone und des Tores werden die HU-Typgruppe und der Von-Lagertyp genutzt. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung von Findungstabellen, die mehrere Kriterien abgleichen (Lange, 2015, s. ff.).

Zum Abschluss folgen das Beladen und die Buchung des Wareneingangs. Mittels Belade-Lageraufgabe wird der Transport der einzelnen HUs von der Bereitstellungszone in die Transporteinheit gesteuert. Mit Quittierung der Belade-Lageraufgabe wird die HU automatisch auf die TU gebucht. Sobald die letzte HU verbucht ist, wird der Warenausgang bestätigt (Lange, 2015, s. 532ff.). Eine Transporteinheit bezeichnet die beladbare Einheit eines Fahrzeugs. Für eine

3 - Warehouse-Management-System

Transporteinheit sind das Transportmittel und das Packmittel anzugeben. Das Transportmittel gibt die Art der Transporteinheit an. Das Packmittel definiert anhand der Packmittelart, welches Gewicht und Volumen die Transporteinheit laden kann.

3.3.5 interne Lagerbewegungen

Neben dem Wareneingang und dem Warenausgang existieren lagerinterne Warenbewegungen. Nach der POLS starten interne Warenbewegung mit einer Auslagerung und enden mit einer Einlagerung. Zwischen diesen Prozessschritten können Zählungen, Qualitätsprüfungen, Verpacken, Dekonsolidieren, und LZL stattfinden. Die lagerinternen Bewegungen umfassen in der POLS Prozessschritte aus dem Wareneingang und Warenausgang (Lange, 2015, s. 337ff.).

Zu den lagerinternen Prozessen gehören der Nachschub, die Lager-Reorganisation, Ad-hoc Bewegungen, Umbuchungen und die Inventur. Der Nachschub bezeichnet die Warenbewegung von einem Reservebereich in einen primären Bereich. EWM unterscheidet zwischen den Nachschubstrategien Plan-Nachschub, auftragsbezogener Nachschub, Kistenteilnachschub, direkter Nachschub und automatischer Nachschub (Lange, 2015, s. 565ff.).

Die Lager-Reorganisation ermittelt mit Lagerkonzepten, welche Materialien sich an einem unpassenden Ort befinden. Bspw. kann die Nachfrage für ein Material gestiegen sein, sodass es von einem Langsamdreher zu einem Schnelldreher geworden ist. Anschließend erfolgt die Reorganisation, indem die Materialien auf die passenden Orte umgelagert werden (Lange, 2015, s. 581ff.).

Die Ad-hoc Bewegung bezeichnet eine direkte Umlagerung von einem Lagerplatz auf einen anderen. Hierfür wird eine Lageraufgabe erzeugt und die Umlagerung durchgeführt (Lange, 2015, s. 591ff.).

Die Umbuchung wird durchgeführt, wenn ein Material nicht bewegt, sondern ein Attribut des Materials geändert werden soll. Die Umbuchung stammt aus der Umbuchungsanforderung und löst den Prozessschritt aus. Bei der Umbuchung sind eine Prozessart und ein weiteres Attribut anzugeben, die geändert werden sollen. Mit der Umbuchung lässt sich beispielsweise die Bestandsart eines Materials ändern, wodurch es als verwendbar oder gesperrt deklariert wird (Lange, 2015, s. 593ff.).

Die letzte interne Warenbewegung ist die Inventur. Mit der Inventur wird eine Zählung durchgeführt, um den Bestand des Lagers zu ermitteln. Dabei können bestimmte Positionen eines Lagers ausgezählt werden. Dies nennt sich lagerplatzbezogene Inventur. Andere Möglichkeit ist die Zählung bestimmter Produkte. Dieser Vorgang wird produktbezogene Inventur genannt (Lange, 2015, s. 595ff.).

3.3.6 Geschäftspartner

Neben den Prozessen im Lager sind die Schnittstellen in Form der Kunden und Lieferanten von Relevanz. Diese werden in SAP mit Hilfe der Geschäftspartner abgebildet. Mögliche Geschäftspartner sind der Kunde, Lieferant, Fremdspedition, Transportunternehmer, Spediteure und Werke (Lange, 2015, s. 154ff.). Für einen Geschäftspartner können vier Rollen angelegt werden, die jeweils die Pflege anderer Daten ermöglichen. Die Rollen sind allgemein Finanzservice, Auftraggeber, Warenempfänger, Mitarbeiter, Spediteur, Logistikkonsolidierer, Zollstelle und Wiederaufbereiter. Für Lagerprozesse relevante Daten sind Adressinformationen, die Identifikationsnummer und Geschäftszeiten des Kunden und Lieferanten. Die Identifikationsnummer wird im Prozess genutzt, um über diese die Geschäftspartnerdaten zu ermitteln (Lange, 2015, s. 154ff.).

4. Prozessmodellierung

Da im Laufe der vorliegenden Arbeit eine Notation entwickelt wird, mit der Prozesse modelliert werden sollen, wird in diesem Kapitel im Allgemeinen auf die Standards im Bereich der Prozessmodellierung eingegangen. Zu Beginn wird die Bedeutung des Begriffs Prozessmodellierung bzw. Geschäftsprozessmodellierung erläutert. Dabei werden die zugrundeliegenden Begriffe Geschäftsprozess und Modell betrachtet und anschließend miteinander in Beziehung gesetzt. Bei der Abbildung von Geschäftsprozessen gilt es gewisse Regeln zu befolgen, damit eine hohe Qualität des Modells gewährleistet werden kann. Hierzu gelten die Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung als anerkannt. Diese werden im Anschluss an die Begriffsklärung vorgestellt. Es existiert eine Vielzahl an Methoden, die zur Modellierung genutzt werden können. Zu welchem Zweck und nach welchen Aspekten die Modellierungsmethoden genutzt werden und woraus diese bestehen, wird im abschließenden Abschnitt vorgestellt.

4.1 Begriffsdefinition

Für den Begriff des Geschäftsprozesses gibt es eine Vielzahl an Definitionen und Abgrenzungen. Nach der Ableitung des Begriffs aus dem Lateinischen von Gaitanides meint ein Prozess die Abfolge voranschreitender Aktivitäten. Dabei sind Aktivitäten als einzelne Arbeitsschritte zu verstehen, bei denen materielle oder immaterielle Transformationen innerhalb einer Organisation stattfinden (Gaitanides, 2012, s. 3). Gadatsch bezeichnet den Geschäftsprozess als zielgerichtete, zeitlich-logische Abfolge von Aufgaben. Wie Gaitanides bezieht auch Gadatsch dabei die Einordnung in eine Organisation mit ein. Zusätzlich nennt er den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien zur Bewältigung der Aufgaben (Gadatsch, 2012, s. 36).

Nach Stachowiak ist ein Modell die vereinfachte Abbildung der Wirklichkeit. Ein Modell zeichnet sich durch die drei Merkmale Abbildung, Verkürzung und Pragmatismus aus (Stachowiak, 1973, s. 131ff.). Das Merkmal der Abbildung meint, dass ein Modell stets die Abbildung eines Originals ist. Das Modell stellt ein Original dar bzw. bildet es ab. Dabei wird das Modell nicht alle Bestandteile und Merkmale des Originals enthalten, sondern nur diejenigen, die vom Modellierer als relevant anerkannt werden. Diese Tatsache wird mit Verkürzung bezeichnet. Zudem gilt, dass ein Modell und das Original sich nicht eindeutig zugeordnet sind. Ein Modell wird immer für einen Zeitraum und einen Verwendungszweck erstellt. Dieses Modell muss für andere Verwendungszwecke oder einen anderen Zeitraum nicht sinnvoll sein, was jedoch nicht bedeutet, dass es im Allgemeinen falsch ist (Stachowiak, 1973, s. 131ff.).

Wenn beide Begrifflichkeiten in Zusammenhang gesetzt werden, lässt sich der Begriff der Geschäftsprozessmodellierung verstehen. Ein Geschäftsprozessmodell umfasst die vereinfachte Abbildung einer zeitlich-logischen Abfolge von Aufgaben, die innerhalb einer Organisation ausgeführt werden.

4.2 Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung

Die Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung bezeichnen Regeln, die von Becker et al. definiert worden sind, um eine hohe Modellqualität zu gewährleisten. Grundsätzlich gibt es für jede Modellierungsmethode, auf die im nächsten Abschnitt eingegangen wird, bereits Regeln. Die Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung gehen jedoch über diese Regeln hinaus und legen im Allgemeinen einen Standard fest. Diese lauten nach Becker (Becker, et al., 2012, s. 32):

- Grundsatz der Richtigkeit
- Grundsatz der Relevanz
- Grundsatz der Wirtschaftlichkeit
- Grundsatz der Klarheit
- Grundsatz der Vergleichbarkeit
- Grundsatz des systematischen Aufbaus

Die Richtigkeit eines Modells ist erfüllt, wenn es die syntaktische und semantische Richtigkeit nachgewiesen hat. Die syntaktische Richtigkeit ist gegeben, wenn ein Modell die Regeln der jeweiligen Modellierungsmethode erfüllt. Die semantische Richtigkeit bezieht sich unabhängig von der Modellierungsmethode darauf, ob ein Modellierer das Modell in der notwendigen Qualität hergestellt hat. Ein Modell gilt als semantisch richtig, wenn diejenigen eine Einigung erzielt haben, die mit der Materie vertraut und gutwillig gegenüber einer Einigung sind (Becker, et al., 2012, s. 32ff.).

Der Grundsatz der Relevanz beschäftigt sich damit, ob ein Modell all diejenigen Sachverhalte des Originals abbildet, die für die Modellierung von Relevanz sind. Um festlegen zu können, welche Sachverhalte des Originals von Relevanz sind, ist das Ziel der Modellierung zu betrachten. Wenn Klarheit darüber herrscht, zu welchem Zweck das Modell angefertigt werden soll und welche Ziele dies verfolgt, ist ebenfalls bekannt, welche Sachverhalte des Originals von Relevanz sind. Der Grundsatz der Relevanz gilt für ein Modell als erfüllt, wenn alle Sachverhalte des Originals im Modell enthalten sind, die von Relevanz sind und gleichzeitig keiner der im Modell enthaltenen Sachverhalte des Originals als nicht relevant gilt (Becker, et al., 2012, s. 32ff.).

Der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit bezeichnet den Zusammenhang, dass ein Modell solange detailliert werden sollte, bis die Kosten der Detaillierung nicht mehr dem aus der Detaillierung entspringenden Nutzen gerecht werden. Alles in allem ist ein Modell dann wirtschaftlich, wenn eine Verfeinerung vorgenommen wird, bis der Nutzen der nächsten Verfeinerung den entstehenden Kosten nicht mehr gerecht wird (Becker, et al., 2012, s. 32ff.).

Der Grundsatz der Klarheit umfasst mehrere Punkte, welche die Lesbarkeit, Anschaulichkeit und Verständlichkeit des Modells zum Ziel haben. Ein wichtiger Punkt ist die Hierarchisierung. Sofern mehrere Prozessmodelle bestehen, die zueinander in Verbindung stehen, werden diese hierarchisch angeordnet. Von der obersten Hierarchiestufe aus besteht die Möglichkeit sich absteigend zu verzweigen, sodass die Übersichtlichkeit gewährleistet wird. Weitere Punkte sind die

4 - Prozessmodellierung

Layoutgestaltung und die Filterung. Unter Layoutgestaltung fallen die Aspekte der grafischen Darstellung, wie die Größe des Modells in Abhängigkeit vom Darstellungsmedium. Die Filterung meint, dass je nach Modellnutzer, irrelevante Informationen ausgeblendet werden, sodass der Fokus auf den für den Nutzer relevanten Informationen liegt (Becker, et al., 2012, s. 32ff.).

Der Grundsatz der Vergleichbarkeit besteht aus zwei Aspekten. Zum einen müssen die Modelle, die in unterschiedlichen Modellierungssprachen dargestellt werden, ineinander übersetzbar sein, um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Zum anderen sollen sich zwei Modelle gleichen, wenn die dort dargestellten Sachverhalte sich in der Realität gleichen (Becker, et al., 2012, s. 32ff.).

Der letzte Grundsatz ist der Grundsatz des systematischen Aufbaus. Wenn ein Sachverhalt aus verschiedenen Sichten in unterschiedlichen Modellen beschrieben wird, ist sicherzustellen, dass dieser Sachverhalt übergreifend übereinstimmt (Becker, et al., 2012, s. 32ff.).

4.3 Modellierungsmethoden

Eine Modellierungsmethode unterstützt die Erstellung von Modellen. Dabei besteht die Methode unter anderem aus einer oder mehreren Modellierungssprachen, einem Verzeichnis über Rollen und Ressourcen und einem Vorgehensmodell (Frank & van Laak, 2003). Eine Modellierungssprache stellt eine Sprache dar, die definiert worden ist, um Modelle zu erstellen. Jede Modellierungssprache hat sowohl eine Syntax als auch eine Semantik. Der Begriff der Syntax kommt aus der Sprachwissenschaft. Dieser bezeichnet die Gesetzmäßigkeiten, nach denen Wörter zu Wortgefügen und Sätzen zusammengefügt werden (Dürscheid, 2007, s. 11f.). Im Zusammenhang mit Modellierungssprachen ist die Syntax als die Anordnung der zur Verfügung stehenden Symbole nach den Modellierungsregeln anzusehen (Gadatsch, 2012, s. 110). Bezüglich der Syntax können Modellierungssprachen in visuelle und textuelle Sprachen unterteilt werden. Textuelle Modellierungssprachen werden für die Erstellung von Modellen in textueller Form genutzt. Visuelle Modellierungssprachen nutzen meist Diagramme, um mit Hilfe von Symbolen, wie Kreisen und Pfeilen, das Modell darzustellen (Sandkuhl, et al., 2013, s. 36). Der Begriff der Semantik stammt ebenfalls aus der Linguistik. Dort steht Semantik für die Lehre von der Bedeutung der Zeichen, wobei Zeichen für Symbole, Wörter oder auch Ausdrücke stehen können (Löbner, 2013, s. 1ff.). Hinsichtlich der Semantik lässt sich zwischen informalen und formalen Modellierungssprachen unterscheiden. Eine Modellierungssprache ist formal, wenn sowohl das Vokabular, die Verwendung und Bedeutung des Vokabulars und die Syntax festgelegt ist (Rommelpacher, 2011, s. 47ff.). Eine informale Modellierungssprache ist gekennzeichnet durch ein festgelegtes Vokabular, jedoch keine fest definierte Semantik (Rommelpacher, 2011, s. 47ff.).

Der Vorteil durch Syntax geprägter Modellierungssprachen ist, dass größere Freiheit für den Modellierer existiert. Mit den Modellierungssprachen kann ein Spektrum an Tätigkeiten durchgeführt werden. Die Freiheit ist gleichzeitig der Nachteil. Die durch die Semantik geprägten Modellierungssprachen bieten eine geringere Freiheit, wodurch die Vergleichbarkeit und Auswertbarkeit deutlich zunimmt. Grund dafür sind die festgelegten Standards und Regeln (Becker, et al., 2012, s. 215).

4.4 Vorgehensmodell

Als Vorgehensmodell wird ein Plan bezeichnet, der durch die Vorgabe von Phasen, Aktivitäten und Werkzeugen das allgemeine Vorgehen festlegt (Aichele & Schönberger, 2014, s. 29). Die Vorteile des Einsatzes eines Vorgehensmodell sind unter anderem die bessere Übersichtlichkeit des Projektes, die frühzeitige Erkennung von Fehlern und die im Allgemeinen höhere Qualität.

Ein verbreitetes Vorgehensmodell, welches in verschiedenen Ausprägungen existiert, ist das Wasserfallmodell. Dieses zeichnet sich durch linear aufeinanderfolgende Phasen aus, die einen festen Start- und Endpunkt besitzen. Am Ende jeder Phase werden die Phasenergebnisse überprüft. Bei positivem Ergebnis wird die nächste Phase gestartet. Wenn große Abweichungen auftreten, kann in eine vorherige Phase zurückgekehrt werden. Die einzelnen Phasen können, je nach Projekt, angepasst werden. Das erste Wasserfallmodell nach Royce war an die Gegebenheiten von Softwareprojekten angepasst und bestand aus den Phasen (Royce, 1987): Systemanforderungen, Softwareanforderungen, Anforderungsanalyse, Programmdesign, Implementierung, Test und Einführung. Die ersten drei Phasen umfassen die Ermittlung und die Dokumentation der Anforderungen in jeglicher Form. Das Ergebnis ist sowohl ein Lastenheft, welches die Ergebnisse der ersten beiden Phasen umfasst, als auch ein Pflichtenheft, das letztendlich alle Anforderungen enthält, die entwickelt werden müssen. In der Phase des Programmdesigns wird das theoretische Verhalten der Software auf Grundlage der Hefte design und festgehalten. In der Implementierung wird die Realisierung durchgeführt, die als Ergebnis die Software liefert. Alle Bestandteile werden getestet und ggf. wird in eine der vorherigen Phasen zurückgegangen, um Fehler zu beseitigen. Abschließend wird die Software durch den Kunden abgenommen und eingeführt. Je nach Projekt werden diese Phasen angepasst, ersetzt oder erweitert, um die projektspezifischen Anforderungen erfüllen zu können. Im Allgemeinen zeichnet sich das Wasserfallmodell sich durch seine Einfachheit und hohe Qualität der Dokumentation aus (Burghardt, 2018, s. 151). Es ist vor allem dann empfehlenswert, wenn die Anforderung an das Projekt klar definiert sind, sodass keine Änderungen im Laufe des Projektes notwendig sind. Falls viele Änderungen während des Projektes erwartet werden, sind eher agile Methoden zur Durchführung geeignet.

5. Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

In diesem Kapitel werden die Modellierungsmethoden vorgestellt und erläutert, die als Grundlage in die Entwicklung miteingehen. Für jede Modellierungsmethode werden die Abschnitte Begriff, Nutzen, Methode und Notation durchlaufen. Im Abschnitt Begriff wird die Bedeutung der Modellierungsmethode erläutert. Anschließend wird im nächsten Abschnitt der Nutzen herausgestellt. Dabei wird auf das Anwendungsgebiet und die Ziele des Einsatzes eingegangen. Im Abschnitt der Methode werden diese beschrieben und erklärt. Die Methode kann Regeln, Begrifflichkeiten und ein Vorgehensmodell vorgeben. Im letzten Abschnitt wird die Notation behandelt. Notationen sind ein System von Zeichen oder Symbolen (Dudenredaktion, 2018). Dabei wird detailliert auf die Zeichen und deren Bedeutung eingegangen. Als Modellierungsmethoden werden die Wertstromanalyse, die logistikorientierte Wertstromanalyse, BPMN, EPK, UML, Sankey-Diagramm und die integrierte Unternehmensmodellierung vorgestellt. Die Auswahl wurde getroffen, da diese Modellierungsmethoden visuelle Notationen beinhalten, die in der Lage sind Prozesse abzubilden, wie es für EWM von Nöten ist. Als weiteres Kriterium wurde die Verbreitung herangezogen, nach der BPMN, UML und EPK häufig Anwendung finden (Minonne, et al., 2011). Das Sankey-Diagramm und die Wertstromanalyse finden in ihren Anwendungsgebieten hohen Anklang (Schnitzer, 1991) (Brenner, 2018).

5.1 Wertstromanalyse

5.1.1 Begriff

Nach Klever ist der Wertstrom definiert als „die Verbindung aller Aktivitäten, die benötigt werden, um ein Produkt vom Ausgangsmaterial in die vom Kunden gewünschte Form zu bringen. Dazu zählen nicht nur die Prozesse in einer Produktion und der Materialfluss, sondern auch die Aktivitäten, mit denen Prozesse und Materialfluss gesteuert werden, einschließlich des Informationsflusses.“ (Klevers, 2009, s. 27). Die Wertstromanalyse (WA) ist eine Methode, um sämtliche Wertströme eines Unternehmens aufzunehmen, in ihre Bestandteile zu zerlegen und hinsichtlich ihrer Wertschöpfung auszuwerten (Liebetruth, 2006, s. 42).

5.1.2 Nutzen der Wertstromanalyse

Die Wertstrommethode findet Anwendung zur Verbesserung des gesamten Produktionsablaufes. Bei Optimierung einzelner Produktionsprozesse kann es dazu kommen, dass kein positiver Effekt auf den Produktionsablauf entsteht. Um dieses Problem zu beheben, geht die Wertstrommethode von der ganzheitlichen Sicht aus. Der gesamte Produktionsablauf wird betrachtet, um daraus Anforderungen an die Produktionsprozesse abzuleiten. Die WA ist Teil der Wertstrommethode (Erlach, 2010, s. 31ff.). Die WA befasst sich mit der Aufnahme des Ist-Zustandes. Diese ermöglicht, den Produktionsablauf schnell und umfassend aufzunehmen und transparent darzustellen. Die Analyse des Produktionsablaufs zeigt die Verschwendung, Verbesserungspotentiale und die Wertschöpfung im Prozess auf. Mit der WA wird die Basis für das Wertstromdesign geschaffen, indem Prozesse neu designt werden, um die Verschwendung zu minimieren und die Wertschöpfung zu optimieren (Liebetruth, 2006, s. 107ff.).

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

5.1.3 Die Methode der Wertstromanalyse

Bei der Analyse sind die vier Schritte Produktfamilienbildung, Kundenbedarfsanalyse, Wertstromaufnahme und Verbesserungspotentiale notwendig (Erlach, 2010, s. 36).

Bei der Produktfamilienbildung werden diejenigen Produkte in einer Produktfamilie zusammengefasst, welche die gleichen oder ähnliche Produktionsschritte durchlaufen (Abbildung A - 6). Je Produktfamilie wird anschließend ein Wertstrom erzeugt. Da sich nur ähnliche Produkte in einer Produktfamilie befinden, ist die Komplexität der Wertströme begrenzt.

Bei der Kundenbedarfsanalyse wird geprüft, ob die Produktfamilien unterteilt werden müssen. Hierfür werden für jeden Kunden charakteristische Informationen ermittelt (Erlach, 2010, s. 46). Im Anschluss werden der Kundentakt und die Kundenbedarfsschwankungen bestimmt. Der Kundentakt ergibt sich aus der verfügbaren Betriebszeit pro Jahr in Relation zum Kundenbedarf pro Jahr (Jahresabsatzzahlen). Dieser ist eine Kennzahl für die notwendige Leistung der Produktion (Erlach, 2010, s. 54). Die Kundenbedarfsschwankungen sind relevant, da aus den Schwankungen höhere Anforderungen an die Flexibilität der Lagerhaltung resultieren können (Erlach, 2010, s. 54).

Im dritten Schritt startet die Wertstromaufnahme. Bei dieser werden zu Beginn Informationen und Kennwerte ermittelt. Dabei werden Tätigkeiten und Aufgaben bestimmt, die vor Ort durchgeführt werden (Erlach, 2010, s. 55). Hierzu zählen die Mitarbeiteranzahl, die eingesetzten Ressourcen und die benötigten Zeiten (Erlach, 2010, s. 58). Des Weiteren wird aufgenommen, wie die Tätigkeiten und Aufgaben gesteuert werden (Erlach, 2010, s. 55). Hierbei wird die Auftragsabwicklung betrachtet (Erlach, 2010, s. 88). Zusätzlich wird der Materialfluss zwischen den Produktionsprozessen aufgenommen (Erlach, 2010, s. 55). Unter diesen fallen der Transport und die Lagerfunktionen (Erlach, 2010, s. 80). Abschließend wird der Wertstrom anhand einer Notation modelliert.

Im vierten Schritt wird ermittelt, inwieweit der Wertstrom Hinweise auf Verbesserungspotentiale gibt. Dabei spielt die Relation der Durchlaufzeit zu der Prozesszeit und wiederum zu den Bearbeitungszeiten eine wichtige Rolle (Erlach, 2010, s. 104). Auf Grundlage dieser Zeiten kann das Potential zur Verkürzung der Durchlaufzeiten erkannt werden, da diese meist größer sind als die Prozesszeiten. Aus den einzelnen Zeiten lässt sich erkennen, an welcher Stelle Engpässe bestehen. Außerdem können aus der WA Verbesserungspotentiale erkannt werden, wie Störungen des Produktionsflusses, nicht-wertschöpfender Prozesse, Wartezeiten, zu leistungsstarke oder -schwache Prozesse, Verfügbarkeit von Ressourcen und mangelnde Produktqualität (Erlach, 2010, s. 115).

5.1.4 Die Methode der logistischen Wertstromanalyse

Die logistikorientierte Wertstromanalyse (LWA) wurde entwickelt, da in der WA der Fokus auf die Produktionsprozesse gelegt ist, wohingegen die Logistikprozesse als einfache Pfeile und Dreiecke dargestellt werden. Die Logistikprozesse werden nur als Randmerkmale wahrgenommen. Da in diesen ebenfalls Verschwendung und Verbesserungspotentiale zu finden sind, legt die LWA das Augenmerk auf die Logistikprozesse.

Nach Günther gliedert sich die LWA in: Betrachtungsgegenstand definieren, Kundenanforderungen erfassen, Prozessschritte erfassen, lieferantenseitige Randbedingungen erfassen und aufgenommenen Wertstrom analysieren (Günthner, 2013, s. 138ff.).

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Im ersten Schritt muss der Analysebereich abgegrenzt und eine Auftragsfamilie festgelegt werden (Günthner, 2013, s. 138). Der Analysebereich gibt an, welcher Teil der Prozesskette analysiert werden soll. Die Auftragsfamilien legen fest, welche logistischen Aufträge gemeinsam aufgenommen werden (Günthner, 2013, s. 138). Die Gesamtheit der logistischen Aufträge wird in mehrere Auftragsfamilien zerlegt und einzeln betrachtet, um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten (Günthner, 2013, s. 138).

Im zweiten Schritt, der Erfassung der Kundenanforderungen, geht es um die Identifikation des Kunden und seiner Erwartungen (Günthner, 2013, s. 139). Die Anforderungen aus Kundensicht an den Prozess werden festgehalten, indem auf das Produkt, den Ort, den Zeitpunkt, die Menge, die Qualität und die Kosten eingegangen wird (Günthner, 2013, s. 139).

Im nächsten Schritt werden alle Prozessschritte aufgenommen. Hierfür wird der Materialfluss ermittelt (Günthner, 2013, s. 140). Für jeden Prozessschritt werden die Funktion, die Tätigkeit, die Ressourcen und die Dauer der Durchführungen aufgenommen (Günthner, 2013, s. 140). Die einzelnen Prozessschritte werden mit Hilfe der Bausteine abgebildet. Zusätzlich zum Materialfluss werden der Informationsfluss und die Steuerung aufgenommen.

Die lieferantenseitigen Randbedingungen werden im vierten Schritt erfasst (Günthner, 2013, s. 140). Dabei wird auf die gleiche Methodik zurückgegriffen, die im Schritt zwei, der Erfassung der Kundenanforderungen, genutzt worden ist (Günthner, 2013, s. 140).

Im fünften Schritt wird der Wertstrom analysiert. Hierbei werden Schwachstellen und die Verschwendung aufgedeckt (Günthner, 2013, s. 141). Die Verschwendung kann mit Hilfe der sieben Arten der Verschwendung ermittelt werden. Die sieben Arten sind: Überlieferung, Wartezeit, überflüssige Transporte, undefinierte Prozesse, Bestände, unnötige Tätigkeiten und Fehler (Günthner, 2013, s. 141). Schwachstellen können direkt sichtbar sein, aus den Verschwendungen ermittelt oder aus der Analyse der einzelnen Prozessschritte herausgefiltert werden.

5.1.5 Grundsätzlicher Aufbau der Notationen von Wertstrommethoden

Im Verlauf der nächsten Abschnitte werden zwei Notationen zur Darstellung von Wertströmen vorgestellt. Die größte Gemeinsamkeit liegt in der Aufteilung des Wertstroms in Lieferanten, Kunden, Steuerung und Informationsfluss, Prozesse und Materialfluss sowie die Zeiten (Abbildung A - 7).

5.1.6 Notation der Wertstrommethode

Die Modellierung des Wertstroms basiert auf den sechs Grundelementen Kunde, Produktionsprozesse, Geschäftsprozesse, Materialfluss, Informationsfluss und Lieferant (Erlach, 2010, s. 32).

Diese sechs Grundelemente werden mit Parametern beschrieben und durch Symbole visualisiert. Im Folgenden wird auf die sechs Grundelemente eingegangen, wobei die Parameter herausgearbeitet und die zu jedem Grundelement gehörenden Symbole vorgestellt werden. Die Reihenfolge der Grundelemente orientiert sich am Fluss vom Kunden bis zum Lieferanten und verläuft Line-Back.

Der Kunde wird über ein eigenes Symbol dargestellt (Abbildung 5-1). In diesem Symbol werden der Kunde bzw. die Kundengruppe, die Produktfamilie, die Anzahl an Varianten des Produktes und der Repräsentant dargestellt (Günthner, 2013, s. 46). Der Repräsentant bezeichnet das Produkt, welches stellvertretend die Produktfamilie repräsentiert. Die weiteren Informationen werden mit Hilfe eines

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Datenkastens abgebildet (Abbildung 5-1). Diese sind der Kundentakt, die Jahresstückzahl, die Fabrikstage, die Arbeitszeit und die Lieferzeit und –treue (Günthner, 2013, s. 46).

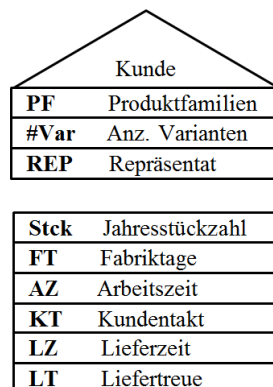


Abbildung 5-1: Symbol und Datenkasten für den Kunden

Für den Produktionsprozess gibt es drei Symbole (Abbildung 5-2). Das erste Symbol bezeichnet den Standard-Produktionsprozess und umfasst alle Arten der Bearbeitung, wie Verpacken oder Montieren, sowie Nebentätigkeiten, wie Kommissionieren (Erlach, 2010, s. 58). Für diesen Produktionsprozess muss die Anzahl der Mitarbeiter pro Schicht und die Anzahl der Ressourcen angegeben werden (Erlach, 2010, s. 58). Das zweite Symbol stellt alle Produktionsprozesse dar, die extern ablaufen (Abbildung 5-2). Der Produktionsprozess wird durch einen Lieferanten übernommen. Für diese Produktionsprozesse muss der Name des Lieferanten und die Durchlaufzeit angegeben werden. Das dritte Symbol umfasst alle Produktionsprozesse, die in weiteren Wertströmen eingebunden sind (Erlach, 2010, s. 59). Diese werden mit einem eigenen Symbol dargestellt, da die Mehrfachnutzung Einfluss auf die Beurteilung der Kapazität hat (Abbildung 5-2).

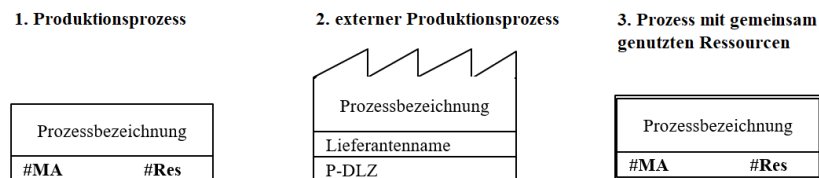


Abbildung 5-2: Symbole der Produktionsprozesse

Neben den Symbolen wird immer ein Datenkasten abgebildet. Im Datenkasten werden bis zu 17 Informationen dargestellt, die auf vier Kennzahlen zurückzuführen sind (Abbildung 5-3). Diese sind die Zykluszeit, die als Kennzahl der Prozesskapazität dient. Der Every-Part-Every-Interval (EPEI) Wert, der die Kennzahl der Variantenflexibilität darstellt, die Verlustzeit als Kennzahl der Qualität und der prozessspezifische Kundentakt (Erlach, 2010, s. 65ff.)

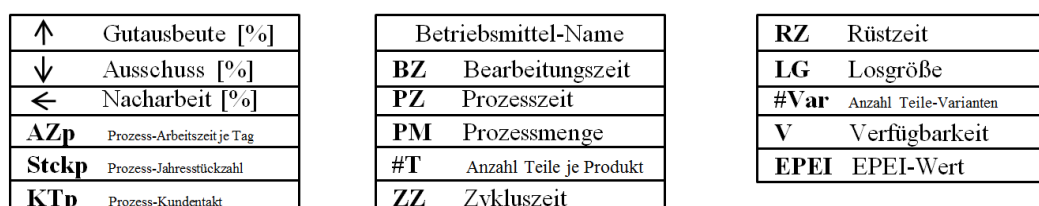


Abbildung 5-3: Datenkästen der Produktionsprozesse

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Das dritte Grundelement ist der Materialfluss. Der Materialfluss wird durch drei Symbole visualisiert. Diese sind der inner- und außerbetriebliche Transport sowie die Lagerfunktion (Erlach, 2010, s. 80). Der innerbetriebliche Transport ist durch einen schwarzen, der außerbetriebliche Transport durch einen weißen Pfeil gekennzeichnet. Das Lagern wird durch ein Dreieck symbolisiert. Der Materialfluss wird dargestellt, indem der Transport mit der Lagerfunktion kombiniert wird.

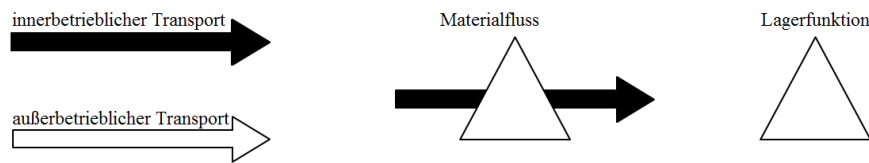


Abbildung 5-4: grundlegende Symbole des Materialflusses

Neben diesen Symbolen gibt es Weitere, die den Materialfluss detaillierter kennzeichnen. Der Materialfluss kann sich trennen und wieder zusammenführen, wenn Vorgänge nur für einen gewissen Teil der Produkte notwendig sind. Bei der Trennung des Materialflusses wird mit Hilfe eines Symbols die prozentuale Menge der Stückzahl für jede Verzweigung angegeben (Erlach, 2010, s. 81). Wenn ein Prozessschritt aus einem Supermarkt nach Bedarf Produkte entnimmt und so Bedarf beim vorgelagerten Prozess erzeugt, wird dieser Vorgang mit Pull bezeichnet. Pull wird durch einen Pfeil symbolisiert, der kreisförmig angeordnet ist. Die Supermärkte werden ebenfalls abgebildet. Diese werden über drei offene miteinander verbundene Rechtecke dargestellt (Balsliemke, 2015, s. 9). Falls Verbesserungsansätze im Prozess ersichtlich sind, können diese über ein Symbol dargestellt werden (Abbildung 5-5). Eine weitere Möglichkeit Produkte von einem Prozessschritt zum nächsten weiterzuleiten ist die FIFO-Methode (Erlach, 2010, s. 81). FIFO bedeutet First In–First Out und steht für die Vorgehensweise, Produkte in der gleichen Reihenfolge zu entnehmen, wie diese eingebracht worden sind. Die Reihenfolge der Produkte bleibt so bestehen (Abbildung 5-5).



Abbildung 5-5: Symbole zur Detaillierung des Materialflusses

Der Materialfluss wird mit Symbolen gekennzeichnet, die das Transportmittel angeben. Unterschieden wird zwischen einem LKW für den außerbetrieblichen Transport, Fördermitteln und Fördertechnik für den innerbetrieblichen Transport (Abbildung 5-6). Bei allen Transportmitteln wird über die Gebinde- bzw. Teilmenge angegeben, wie viele Teile diese transportieren. Zusätzlich wird bei LKWs die Lieferfrequenz und bei Fördermitteln der Fahrplan eingetragen (Erlach, 2010, s. 81ff.).

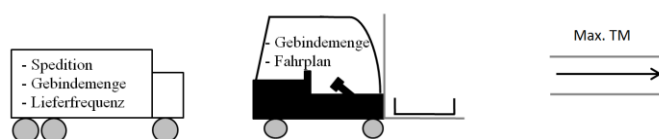


Abbildung 5-6: Symbole zur Kennzeichnung des Transportmittels beim Materialflusses

Die Lagerfunktion wird, wie der Materialfluss, durch weitere Symbole detailliert. In der Lagerfunktion sind kurze Puffer und lange Lagerungen inbegriffen. Die Lagerfunktionen werden unterschieden,

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

indem das Lagersymbol mit Abkürzungen ergänzt wird. Dabei wird unterschieden in Fertigwarenlager (FWL), Hochregallager (HRL), Halbfabrikatenlager (HF), Rohmateriallager (Roh) und Work in Process (WIP). Zusätzlich wird jede Lagerfunktion mit einem Datenkasten ausgestattet, der weitere Parameter enthält. Neben der einfachen Bezeichnung des Lagers und der dort gelagerten Materialien, werden die Anzahl der Lagerplätze, die Bestands-Menge, die Anzahl der Teile je Produkt und die Reichweite erfasst (Abbildung 5-7) (Erlach, 2010, s. 83f.).

Bezeichnung Lager, Lagerort	
Bezeichnung Material	
#LP	Anz. Lagerplätze
BM	Bestandsmenge
#T	Anzahl Teile je Produkt
RW	Reichweite

Abbildung 5-7: Datenkasten für die Lagerfunktion

Das vierte Grundelement ist der Informationsfluss. Die Informationen werden von Geschäftsprozessen erzeugt und verarbeitet, um die Produktion zu planen und zu steuern. Hierfür werden Informationen mit dem Kunden, dem Lieferanten und unter den Produktionsprozessen ausgetauscht (Erlach, 2010, s. 89). Die Symbole werden unterteilt in Geschäftsprozesse und Informationsfluss. Der Geschäftsprozess wird in einem Kasten dargestellt (Abbildung 5-8). Als Parameter müssen eine Bezeichnung, die Anzahl der Mitarbeiter, eine Aufgabenliste und der Geschäftsfall angegeben werden. Mit Geschäftsfall ist die Kennzeichnung verschiedener Auftragsprioritäten gemeint (Erlach, 2010, s. 89f.). Die Auftragsabwicklung wird häufig mit Datenverarbeitungssystemen unterstützt. Diese werden mit einem Zylinder symbolisiert (Abbildung 5-8). Das letzte Symbol wird genutzt, um Bestände aufzuzeigen (Abbildung 5-8). Als Parameter ist die Anzahl der Aufträge und die Länge der Warteschlange anzugeben (Erlach, 2010, s. 91).

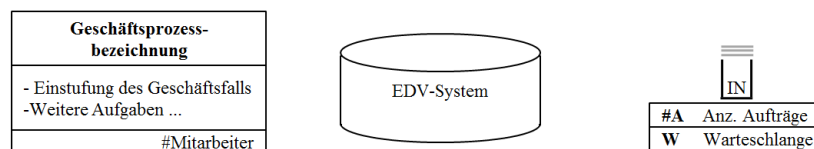


Abbildung 5-8: Symbole der Geschäftsprozesse

Zur Darstellung des Informationsflusses werden bis zu acht Symbole eingesetzt. Der Informationsfluss selbst wird durch einen schwarzen Pfeil dargestellt (Abbildung 5-9) (Erlach, 2010, s. 92).

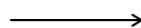


Abbildung 5-9: Symbol für den Informationsfluss

Die Informationen unterscheiden sich in drei Symbole. Datensätze werden über ein Parallelogramm, Dokumente über ein Rechteck mit einer abgerundeten Seite und Listen mit einem dreigeteilten Rechteck visualisiert (Abbildung 5-10) (Erlach, 2010, s. 92).



Abbildung 5-10: Symbole für die Formate von Informationen

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Zusätzlich werden Symbole eingesetzt, die den Informationsfluss detaillieren. Wenn Informationen, die an die Produktionsprozesse gesendet werden, auf dem Shop Floor angepasst werden, wird dies mit einer Brille gekennzeichnet. Die Informationsflüsse, die per Abstimmungsrounden angepasst werden, erhalten einen Tisch als Symbol (Erlach, 2010, s. 92ff.). Die Kanban-Karten zur Steuerung des Materialflusses werden über ein Kartensymbol mit einem Pfeil gekennzeichnet. Wenn eine Nivellierung durchgeführt worden ist, um ein geglättetes Produktionsprogramm zu erhalten, kann dies mit einem Rechteck visualisiert werden, welches O und X enthält (Balsliemke, 2015, s. 9ff.).



Abbildung 5-11: Symbole zur Kennzeichnung der Anpassung von Informationen

Falls Informationen zwischen EDV-Systemen ausgetauscht werden, wird die Schnittstelle über einen durchgestrichenen Kreis angezeigt. Alle Geräte, die Informationen zur Verfügung stellen, werden über zwei verbundene Rechtecke gekennzeichnet (Abbildung 5-12) (Erlach, 2010, s. 92ff.).

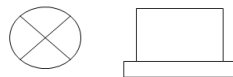


Abbildung 5-12: Weitere Symbole zum Informationsfluss

Das fünfte Grundelement ist der Lieferant. Die Lieferung vom Lieferanten zum Unternehmen wird mit einem Materialflusspfeil und einem Lkw dargestellt (Abbildung 5-6). Die Symbolisierung des Lieferanten erfolgt zweigeteilt. Im Lieferantensymbol werden der Name des Lieferanten, die Bezeichnung des Materials und die Anzahl der Typen dieses Materials angegeben (Abbildung 5-13). Zusätzlich zum Lieferantensymbol wird ein Datenkasten genutzt (Abbildung 5-13). Dieser enthält Parameter zur Wiederbeschaffungszeit, Fehlerquote, Mengentreue und Liefertreue. Die Wiederbeschaffungszeit gibt an, wie lang der Zeitraum von der Bestellung bis zur Lieferung ist. Die Fehlerquote gibt die prozentuale Häufigkeit an Fehlern an. Die Mengentreue gibt die Menge an, die wie gewünscht geliefert worden ist. Die Liefertreue bezieht sich auf die gleichen Daten, zeigt jedoch die Richtigkeit von Lieferungen mit Zeitbezug an (Erlach, 2010, s. 85f.).

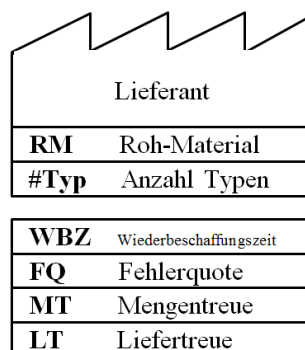


Abbildung 5-13: Symbole für den Lieferanten

Abschließend werden Symbole erläutert, die keinen Bezug zu den Grundelementen haben. Die Zeitleiste eignet sich dazu, für die Prozessschritte und für den gesamten Wertstrom die Prozesszeit, die Bearbeitungszeit, die Reichweite und die Durchlaufzeit zu visualisieren. Die höheren Linien der

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Zeitleiste beziehen sich auf die Lagerfunktionen, die niedrigeren Linien auf die Produktionsprozesse (Abbildung 5-14). Für die Lagerfunktionen wird die Reichweite eingetragen, für die Produktionsprozesse die Bearbeitungs- und Prozesszeit. Wertstromübergreifen wird in den Kästen die Bearbeitungszeit, die Prozesszeit und die Durchlaufzeit eingetragen (Erlach, 2010, s. 102ff.).

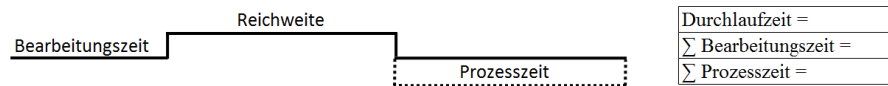


Abbildung 5-14: Zeitleiste

5.1.7 Notation der logistikorientierten Wertstrommethode

Zur Erläuterung der Notation für die LWA wird im weiteren Verlauf auf die Aufteilung Kunde, Prozessschritte, Materialfluss, Informationsfluss und Lieferant zurückgegriffen (Günthner, 2013).

Für den Kunden werden zwei Symbole genutzt (Abbildung 5-15). In das obere Symbol wird der Name des Kunden eingetragen. Der Kunde kann extern oder ein interner Produktionsprozess sein. In das darunterliegende Symbol in Form eines Kastens, werden als Parameter alle Kundenanforderungen eingetragen, die anhand der R der Logistik ermittelt werden (Günthner, 2013, s. 145). Die R der Logistik haben sich von anfangs vier Anforderungen auf sieben bis neun Stück erhöht. Die sieben R sind das richtige Produkt, die richtigen Informationen, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort, in der richtigen Qualität, in der richtigen Menge, zu den richtigen Kosten, für den richtigen Kunden (Günthner, 2013, s. 139) (Wegner & Wegner, 2017, s. 6) (Gudehus, 2010, s. 4ff.).

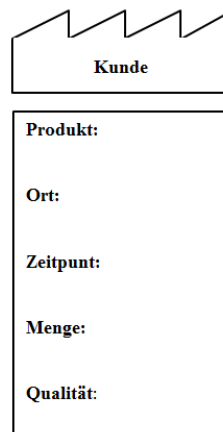


Abbildung 5-15: Symbole für den Kunden

Die Prozessschritte werden Line-Back aufgenommen. Im Gegensatz zur WA handelt es sich bei den Prozessschritten nicht ausschließlich um Bearbeitungsprozesse, sondern ebenfalls um Prozessschritte zum Transportieren oder Kommissionieren, da bei der LWA logistische Tätigkeiten im Fokus sind. Die Prozessschritte werden durch einfache Kästen abgebildet, die zusätzlich mit Parametern detailliert werden (Abbildung 5-16). Transportvorgänge werden mit den Parametern Strecke, Zykluszeit, Frequenz, Kapazität, Ressourcen und Organisationsform näher beschrieben (Günthner, 2013, s. 149). Die Lager zwischen den Prozessschritten werden über das Symbol der Lagerfunktion und einen Datenkasten dargestellt (Abbildung 5-16). Als Parameter sind im Datenkasten der Bestand, die Fläche, die Ressourcen und die Organisationsform anzugeben (Günthner, 2013, s. 149).

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

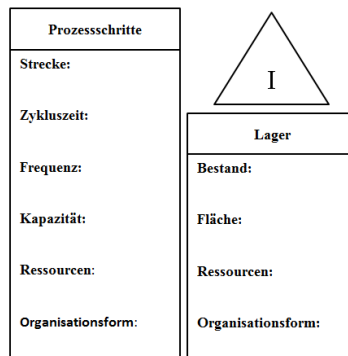


Abbildung 5-16: Symbole für die Prozessschritte und Lager

Der Materialfluss wird durch mehrere Symbole beschrieben. Grundsätzlich kann zwischen zwei Steuerungen unterschieden werden (Abbildung 5-17). Zum einen gibt es die Push-Steuerung, die durch einen schwarz-weiß gestreiften Pfeil dargestellt wird. Zum anderen die Pull-Steuerung, die durch einen kreisförmigen Pfeil visualisiert wird (Günthner, 2013, s. 149ff.).



Abbildung 5-17: Symbole zu Push und Pull Steuerung

Neben diesen Grundsteuerungen gibt es weitere Arten der Steuerung, die den Materialfluss näher beschreiben (Günthner, 2013, s. 137ff.). Die Go-See Steuerung beschreibt den Zustand, dass die Steuerung auf Zuruf abläuft. Dies wird mit einer Brille dargestellt. Die FIFO-Steuerung, die durch einen mit FIFO beschrifteten Pfeil in einem offenen Rechteck symbolisiert wird, zeigt an, dass die Produkte in der gleichen Reihenfolge entnommen werden, wie diese eingebracht worden sind. Die Kanban-Steuerung, bei der ein Nachfolgeprozess durch Verbrauch einen Bedarf auslöst, der dann an den Vorgängerprozess per Kanban-Karte weitergereicht wird, kann durch eine Karte mit Pfeil dargestellt werden (Günthner, 2013, s. 137ff.). Die Steuerung im Fluss zeigt an, dass zwei Prozessschritte ohne Puffer direkt nacheinander ablaufen. Hierfür wird ein Pfeil verwendet. Eine Uhr steht symbolisch für einen getakteten Ablauf (Abbildung 5-18) (Günthner, 2013, s. 137ff.).

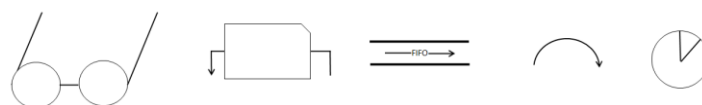


Abbildung 5-18: Symbole zur einfachen Steuerung

Für den Informationsfluss im LWA sind vier Symbole von Relevanz. Der Informationsfluss wird über zwei verschiedene Pfeile dargestellt, je nachdem ob es sich um einen manuellen oder elektronischen Informationsfluss handelt (Günthner, 2013, s. 137ff.). Der elektronische wird über einen gezackten, der manuelle über einen glatten Pfeil dargestellt (Abbildung 5-19). EDV- bzw. IT-Systeme, die zur Erzeugung und Übermittlung der Informationen dienen, werden über einen Kasten dargestellt. Aufträge werden ebenfalls durch einen Kasten abgebildet (Günthner, 2013, s. 137ff.).



Abbildung 5-19: Symbole des Informationsflusses

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Für die Prozessschritte lässt sich visualisieren, auf welchen Flächen diese stattfinden. Die Visualisierung erfolgt, indem ein Rechteck hinter die Prozesse gelegt wird. Das Rechteck wird mit einer Bezeichnung ausgestattet (Günthner, 2013, s. 38ff.).

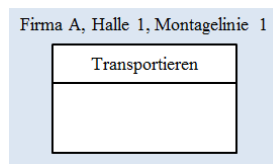


Abbildung 5-20: Symbole für die Flächen bzw. Örtlichkeiten

Der Lieferant wird durch die gleichen Symbole visualisiert wie der Kunde. Im Gegensatz zum Kunden steht der Lieferant am Beginn des Wertstroms. Der Name des Lieferanten ist in das obere Symbol einzutragen. Im Datenkasten werden das Produkt, der Ort, der Zeitpunkt, die Menge und die Qualität des Produktes eingetragen (Abbildung 5-21) (Günthner, 2013, s. 156ff.)

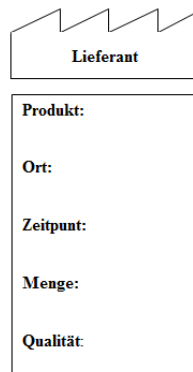


Abbildung 5-21: Symbole für den Lieferanten

Als weitere Bestandteile der LWA sind die Zeiten und Verbesserungspotentiale zu nennen. Bei der LWA werden für Lager die Liegezeiten erfasst. Für die Prozessschritte wird die Prozesszeit berechnet. Aus diesen beiden Werten für alle Lager und Prozessschritte kann die Gesamt-Durchlaufzeit berechnet werden. Die Zeiten werden visualisiert, indem diese unter einem Strich dargestellt werden. Die Verbesserungspotentiale werden über ein gezacktes Textfeld abgebildet (Günthner, 2013, s. 160ff.).



Abbildung 5-22: Weitere Symbole

5.2 BPMN

5.2.1 Begriff

BPMN bedeutet Business Process Model and Notation. Business Process Model wird im Deutschen verwendet unter dem Begriff Geschäftsprozessmanagement oder nur Prozessmanagement (Schmidt, 2006, s. 38ff.). BPMN ist eine Modellierungsmethode, die aus einem Vorgehensmodell sowie einer Ansammlung von Symbolen und Regeln besteht und zur Visualisierung von Geschäftsprozessen genutzt wird. Im Weiteren wird auf den Nutzen von BPMN eingegangen. Im Anschluss wird die Methode BPM vorgestellt, bevor abschließend die Notation BPMN erläutert wird.

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

5.2.2 Nutzen

Das BPM findet Anwendung, wenn in einem Unternehmen bestehende Prozesse dokumentiert, optimiert oder neue Prozesse eingeführt werden sollen (Freund & Rücker, 2012, s. 2). Die Prozesse werden häufig dokumentiert, um das Wissen als Arbeitsgrundlage für die Mitarbeiter zur Verfügung zu stellen oder aufgrund rechtlicher Rahmenbedingungen. Die Optimierung oder Neuentwicklung der Prozesse hingegen wird von Unternehmen angestrebt, welche die eigenen Prozesse verbessern möchten, um effizienter zu werden. Eine Notation wird zur Beschreibung und Dokumentation der Prozesse eingesetzt. Die Notation der BPMN ist von Nöten, wenn die Prozesse eine gewisse Komplexität erreichen, da dann einfache Möglichkeiten zur Darstellung an ihre Grenzen stoßen. BPMN hingegen ermöglicht die Visualisierung komplexer Prozesse, die durch Verzweigungen, Ereignisse oder auch Datenflüsse gekennzeichnet sind (Allweyer, 2009, s. 8).

5.2.3 Die Methode

In diesem Abschnitt geht es um die Vorgehensweise, die während eines Projektes verfolgt wird. Ein Vorgehensmodell ist der BPM-Kreislauf (Freund & Rücker, 2012, s. 5) (Abbildung A - 8). Sofern bereits ein Prozess existiert, wird mit der Prozesserhebung gestartet. Bei dieser wird der Prozess abgegrenzt und aufgenommen. Im nächsten Schritt müssen die erhobenen Informationen dokumentiert werden. Dies geschieht, indem mit Hilfe der Notation ein Ist-Prozessmodell erstellt wird. Wenn Schwachstellen bestehen, ist eine Prozessanalyse notwendig. Ziel der Analyse ist die Ermittlung der Probleme und Ursachen für die Schwachstellen, um Potentiale zur Verbesserung zu bestimmen. Die Ergebnisse der Prozessanalyse fließen in die Prozesskonzeption ein. Die Prozesskonzeption stellt den Startpunkt des Kreislaufs dar, falls ein neuer Prozess erzeugt werden soll. Bei der Prozesskonzeption werden unterschiedliche Varianten modelliert und simuliert, bis ein passendes Soll-Konzept gefunden wird. Dieses wird ebenfalls durch eine Notation abgebildet. In der nächsten Phase, der Prozessumsetzung, wird die Umsetzung des Soll-Konzeptes verfolgt. Das Prozesscontrolling wird angesteuert, sofern keine Schwachstellen mehr bekannt sind. Dieses überwacht und wertet den Prozess kontinuierlich aus, bis Schwachstellen bekannt werden, die wiederum eine Prozessanalyse nach sich ziehen (Freund & Rücker, 2012, s. 4ff.).

5.2.4 Die Notation

Die Notation der BPMN besteht aus Symbolen, die sich in die Gruppen Aktivitäten, Gateways, Ereignisse, Kollaborationen, Sequenzflüsse, Daten und Artefakte einordnen lassen (Freund & Rücker, 2012, s. 26ff.) (Allweyer, 2009). Auf Basis dieser Gruppen werden im Folgenden die Symbole und deren Einsatzmöglichkeiten vorgestellt, die im Rahmen der Notation Anwendung finden.

Aktivitäten lassen sich in Aufgabe, Transaktion, Ereignis-Teilprozess und Aufruf-Aktivität unterteilen (Abbildung 5-23). Zusätzlich werden die Aktivitäten über Markierungen und Typen näher beschrieben (Allweyer, 2009, s. 86ff.).



Abbildung 5-23: Aktivitäten

Die Aufgabe gibt eine Aufgabe an, die erfüllt werden muss (Allweyer, 2009, s. 86ff.).

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

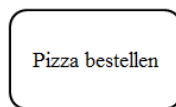


Abbildung 5-24: Aufgabe

Eine Transaktion bezeichnet eine Gruppe von Aktivitäten, die zueinander gehören und welche vollständig oder gar nicht durchlaufen werden. Falls die Transaktion abgebrochen wird, werden alle zuvor erledigten Schritte der Transaktion rückgängig gemacht (Freund & Rücker, 2012, s. 91f.).

Der Ereignis-Teilprozess existiert innerhalb eines Teilprozesses einer anderen Aktivität. Dieser wird aktiviert, sobald ein festgelegtes Ereignis ausgelöst worden ist. Dabei kann der Ereignis-Teilprozess den eigentlichen Teilprozess unterbrechen oder parallel ablaufen (Freund & Rücker, 2012, s. 93f.).

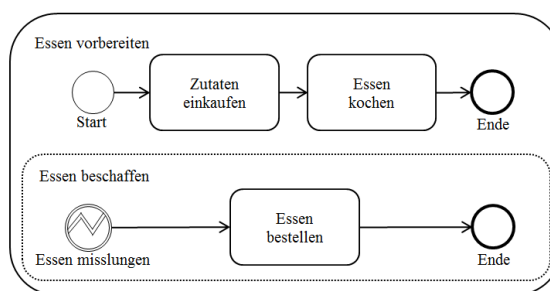


Abbildung 5-25: Ereignis-Teilprozess

Die letzte Aktivität ist die Aufruf-Aktivität. Diese bezeichnet eine global definierte Aktivität, die lokal aufgerufen wird. Es handelt sich dabei um eine Aktivität, die in verschiedenen Prozessen mehrfach verwendet wird (Freund & Rücker, 2012, s. 85ff.). Der lokale Aufruf wird durch einen dicken Rahmen gekennzeichnet (Abbildung 5-26).

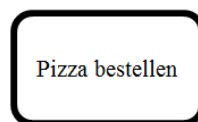


Abbildung 5-26: Aufruf-Aktivität

Zur Beschreibung der Aktivitäten werden Markierungen und Aufgaben-Typen genutzt. Markierungen beschreiben das Verhalten bei der Ausführung. Insgesamt gibt es sechs Markierungen. Diese werden direkt an der Aktivität angebracht. Ein Sonderfall der Markierungen ist das Kreuz (Abbildung 5-27). Dieses markiert einen zugeklappten Prozess (Allweyer, 2009, s. 86f.). Unter einem zugeklappten Prozess sind Aktivitäten zu verstehen, die aus mehreren Teilprozessen bestehen. Die Aktivität kann aufgeklappt sein, sodass alle Teilprozesse sichtbar sind. Die Aktivität kann zugeklappt sein, wodurch nur die Aktivität an sich sichtbar ist (Freund & Rücker, 2012, s. 93ff.).

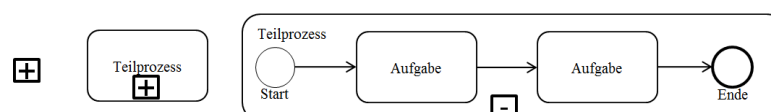


Abbildung 5-27: Symbole des zugeklappten Prozesses

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Die weiteren Merkmale beschreiben das Verhalten der Ausführung. Das zweite Merkmal ist die Schleife, die durch einen Pfeil in Kreisform symbolisiert wird (Abbildung 5-28). Die Schleife gibt an, dass eine Aktivität solange wiederholt wird, bis eine Bedingung erfüllt ist (Allweyer, 2009, s. 92ff.). Die Mehrfachausführung von Aktivitäten kann durch zwei Symbole gekennzeichnet werden (Abbildung 5-28). Drei vertikal angeordnete Striche zeigen eine parallele Mehrfachausführung der Aktivität an (Freund & Rücker, 2012, s. 76f.). Drei horizontale Striche symbolisieren eine sequenzielle Mehrfachausführung der Aktivität (Allweyer, 2009, s. 95ff.).



Abbildung 5-28: Symbole für Merkmale

Die letzten Symbole sind die Kompensation und Ad hoc. Eine Kompensation wird bei einer Aktivität angegeben, die unter Umständen wieder rückgängig gemacht werden muss. Hierfür wird das Kompensationszeichen, der nach links gerichtete doppelte Pfeil (Abbildung 5-29), sowie die Aktivität angegeben, die zum rückgängig machen notwendig ist (Freund & Rücker, 2012, s. 79f.). Die Markierung Ad hoc wird angewandt, wenn die Durchführung der Aktivitäten durch den Ausführenden angepasst wird (Freund & Rücker, 2012, s. 89). Die Aktivitäten können in geänderter Reihenfolge, mehrmals oder gar nicht ausgeführt werden (Allweyer, 2009, s. 97). Gekennzeichnet wird die Markierung Ad hoc durch eine Welle (Abbildung 5-29).



Abbildung 5-29: Symbole für Merkmale II

Gateways werden genutzt, um Sequenzflüsse zu verzweigen oder zusammenzuführen. Grundsätzlich wird unterschieden in parallele, exklusive, inklusive und komplexe Gateways. Zusätzlich können diese noch ereignisbasiert sein oder eben nicht. Gateways stellen dabei weder eine Tätigkeit, Aktivität oder zeitliche Veränderungen dar, sondern lediglich die Logik (Allweyer, 2009, s. 25ff.). Exklusive Gateways werden auch XOR-Gateways genannt (Freund & Rücker, 2012, s. 29f.). Bei Verzweigung durch ein exklusives Gateway, wird der eingehende Fluss, je nach Verzweigungsbedingung, in genau eine ausgehende Kante umgesetzt. Bei der Zusammenführung wird auf genau eine eingehende Kante gewartet, um den ausgehenden Fluss zu aktivieren. Das exklusive Gateway aktiviert nur eine Kante und wird nur durch eine Kante aktiviert (Allweyer, 2009, s. 25ff.). Dargestellt wird dieses Gateway durch eine leere oder mit einem X gekennzeichnete Raute.



Abbildung 5-30: Exklusives Gateway

Das parallele Gateway, auch AND-Gateway genannt, bildet das Gegenteil des exklusiven Gateways ab (Freund & Rücker, 2012, s. 32ff.). Bei Aktivierung werden alle austretenden Kanten aktiviert. Bei der Aktivierung durch mehrere Kanten wird auf alle gewartet, bis der Fluss ausgegeben wird (Allweyer, 2009, s. 28f.). Das parallele Gateway wird durch eine Raute mit einem Kreuz gekennzeichnet.

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden



Abbildung 5-31: paralleles Gateway

Das inklusive Gateway, auch OR-Gateway genannt, stellt den Mittelweg zwischen dem parallelen und exklusiven Gateway dar (Freund & Rücker, 2012, s. 36ff.). Beim inklusiven Gateway können, je nach Verzweigungsbedingung, eine oder mehrere Kanten aktiviert werden. Ebenso können mehrere oder nur eine eintreffende Kante für die Auslösung des Flusses zuständig sein. Das inklusive Gateway wird durch eine Raute mit einem Kreis visualisiert (Allweyer, 2009, s. 32ff.).



Abbildung 5-32: inklusives Gateway

Das letzte Gateway ist das komplexe Gateway. Das komplexe Gateway wird eingesetzt, wenn aus der Vollendung von M verschiedenen Aufgaben N weitere Aufgaben resultieren sollen (Freund & Rücker, 2012, s. 40ff.). Eine Raute mit einem Sternensymbol stellt dieses dar (Allweyer, 2009, s. 36f.).



Abbildung 5-33: komplexes Gateway

All diese Gateways können entweder in der üblichen Form oder ereignisbasiert auftreten. Falls ein Gateway ereignisbasiert ist, dann wird der Fluss aus dem Gateway erst aktiviert, sobald ein oder mehrere Ereignisse eingetreten sind (Freund & Rücker, 2012, s. 279).

Ereignisse symbolisieren, dass etwas im Prozess passiert ist. Ereignisse werden über einen Kreis mit einem Symbol darin symbolisiert. Diese können am Start, als Zwischenstation und als Endereignis auftreten (Allweyer, 2009, s. 63ff.). Startereignisse erhalten einen einfachen, Zwischenereignisse einen doppelten und Endereignisse einen dicken Kreis. Die Ereignisse können von selbst eintreten oder ausgelöst werden. Selbst eintretende Ereignisse werden mit einem weißen Symbol, ausgelöste Ereignis mit einem schwarzen Symbol gekennzeichnet. Die Ereignisse können übergeordnete Prozesse beeinflussen. Falls aus einem Ereignis eine Reaktion folgt, wird der Kreis des Ereignisses gestrichelt dargestellt. Die Symbole des Kreises geben entweder den Auslöser oder die Auswirkungen des Ereignisses an (Freund & Rücker, 2012, s. 49ff.). Laut Praxishandbuch wird zwischen 13 verschiedenen Möglichkeiten unterschieden: Blank, Nachricht, Zeit, Bedingung, Link, Signal, Fehler, Eskalation, Terminierung, Kompensation, Abbruch, Mehrfach und Parallel (Freund & Rücker, 2012).



Abbildung 5-34: Beispiel für ein Ereignis

Mit Kollaborationen ist der Austausch zwischen Prozessen gemeint. Um diese abzubilden, werden Pools mit mehreren Lanes sowie ein Nachrichtenfluss genutzt. Ein Pool ist eine Art Container, der den

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Prozess umfasst (Abbildung 5-35). Dabei kann ein Pool eine Organisation oder ein System sein. Der Pool wird unterteilt in Lanes, welche Teilbereiche des Pools darstellen.

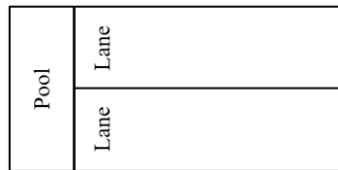


Abbildung 5-35: Pools und Lanes

Innerhalb einer Lane bestehen Sequenzflüsse. Diese können nicht zwischen Lanes bestehen. Nachrichtenflüsse hingegen bestehen zwischen Lanes, jedoch nicht innerhalb einer Lane. Nachrichtenflüsse werden über eine gestrichelte Linie mit einem Pfeil dargestellt (Abbildung 5-36).



Abbildung 5-36: Nachrichtenfluss

Sequenzflüsse werden genutzt, um einen Ablauf darzustellen (Allweyer, 2009, s. 52). Der Sequenzfluss definiert mit seinem Verlauf die zeitliche Abfolge des Prozesses. Dieser wird über einen einfachen Pfeil symbolisiert (Abbildung 5-37). Neben dem allgemeinen Sequenzfluss existieren der Standardfluss und der bedingte Fluss. Der Standardfluss gibt den Sequenzfluss an, der durchlaufen wird, wenn alle bedingten Flüsse nicht zutreffen. Als Symbol wird ein durchkreuzter Pfeil genutzt (Abbildung 5-37). Beim bedingten Fluss wird eine Bedingung festgelegt. Sofern diese Bedingung erfüllt ist, wird der Fluss durchlaufen, ansonsten nicht (Freund & Rücker, 2012, s. 279). Der Sequenzpfeil wird zur Abbildung der Bedingung um eine kleine Raute erweitert (Abbildung 5-37).

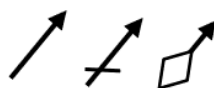


Abbildung 5-37: Sequenzfluss

Dokumente und Informationen, die für den Prozess von Relevanz sind, können abgebildet werden. Hierfür wird das Datenobjekt genutzt (Freund & Rücker, 2012, s. 105ff.).

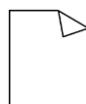


Abbildung 5-38: Datenobjekt

Die Datenobjekte werden in Input und Output unterschieden. Dies wird durch einen weißen Pfeil für ein Input- und einen schwarzen Pfeil für ein Output-Datenobjekt visualisiert. Die Datenobjekte starten und enden in Aktivitäten, welche die Informationen erzeugen oder aufnehmen (Freund & Rücker, 2012, s. 105ff.). Der Weg der Datenobjekte wird über einen gepunkteten Strich dargestellt. Falls mehrere Informationen vorhanden sind, wird ein Listen-Datenobjekt angegeben. Datenspeicher werden über ein Oval abgebildet. Sofern Informationen direkt von einem Teilnehmer an den nächsten

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

weitergeleitet werden, kann diese direkte Kommunikation durch einen kleinen Briefumschlag angezeigt werden. (Freund & Rücker, 2012, s. 105ff.).

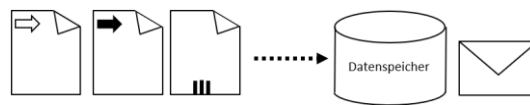


Abbildung 5-39: Symbole für Daten

Die letzte Gruppe der Symbole sind die Artefakte. Zu den Artefakten gehören Anmerkungen und Gruppierungen. Zusätzlich werden alle Symbole zu den Artefakten gezählt, die durch den Benutzer selbst eingeführt werden. Artefakte haben keinerlei Einfluss auf die Logik eines BPMN-Modells, sondern dienen zur grafischen Darstellung (Allweyer, 2009, s. 154ff.). Anmerkungen werden durch eine linksseitige eckige Klammer dargestellt. Der Angriffspunkt der Anmerkung wird mit Hilfe eines gepunkteten Strichs verbunden. Gruppierungen werden durch eine Linie dargestellt, die gepunktet und gestrichelt ist. Diese werden genutzt, um die Zugehörigkeit von Bestandteilen grafisch anzuzeigen (Freund & Rücker, 2012, s. 107ff.).

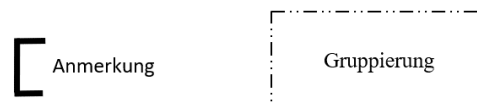


Abbildung 5-40: Artefakte

5.3 EPK

5.3.1 Einführung

EPK steht als Abkürzung für Ereignisgesteuerte Prozesskette (Scheer, 1992, s. 11). Die EPK ist eine semiformale Modellierungssprache zur Darstellung von Prozessen. Diese wurde im Rahmen des ARIS-Konzeptes von Scheer entwickelt. ARIS meint die Architektur integrierter Informationssysteme. ARIS dient als Bezugsrahmen, um betriebswirtschaftliche und informationstechnische Anforderungen gleichermaßen einzubeziehen (Scheer, 2001). Inzwischen wurden Erweiterungen an der EPK vorgenommen, weshalb in der Literatur zwischen EPK und eEPK, als erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette, unterschieden wird. Der Begriff EPK wird im allgemeinen Sprachgebrauch jedoch synonym für eEPK verwendet (Abts, 2010, s. 263). EPKs finden neben dem ARIS-Konzept auch in weiteren SAP-Konzepten und softwareunabhängig Anwendung. Derzeit ist die EPK die verbreitetste Modellierungsmethode (Becker, et al., 2009, s. 43). Im weiteren Verlauf wird auf den Nutzen und die Methode der ARIS eingegangen, bevor die Notation der EPK erläutert wird.

5.3.2 Nutzen

Die EPK ist die Modellierungsmethode des ARIS-Konzeptes (5.3.1). Der Nutzen der EPK lässt sich erläutern, indem der Nutzen des ARIS-Konzeptes betrachtet wird. Das ARIS-Konzept wird durch Softwarewerkzeuge umgesetzt. Ziel ist die Entwicklung eines Modells der Unternehmensprozesse, das alle relevanten Merkmale enthält und die betriebswirtschaftliche Realität abbildet (Seidlmeier, 2015, s. 18ff.). Dieses Modell bildet die Grundlage für das unternehmensweite Prozessmanagement. Der Nutzen des ARIS-Konzeptes ist aus diesem Grund eng mit dem Nutzen des Prozessmanagements verbunden. Der Nutzen des Prozessmanagements liegt in der Reduzierung der Prozesszeiten, Steigerung der Kundenzufriedenheit, Steigerung der Qualität und Reduzierung der Kosten

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

(Seidlmeier, 2015, s. 3ff.). Welche Ziele die Anwendung der EPK im Rahmen des ARIS-Konzeptes verfolgt, wird im Abschnitt der Notation erläutert (5.3.4).

5.3.3 Methode

Das ARIS-Konzept zielt darauf hin, ein Unternehmen mit all seinen betriebswirtschaftlichen Anwendungssystemen zu beschreiben, um ein Modell über alle Unternehmensprozesse zu erhalten (5.3.1). Dabei wird zwischen den drei Phasen Fachkonzept, DV-Konzept und Implementierung unterschieden. Der Start wird durch eine Problemstellung betriebswirtschaftlicher Art und dem Abschluss durch eine lauffähige Informationstechnik gelegt (Seidlmeier, 2015, s. 26f.). Die Problemstellung wird aufgenommen, indem der Ist-Zustand, Ziele und Lösungsvorstellungen aufgezeichnet werden. Das Fachkonzept umfasst die Modellierung des Ist- und Soll-Zustandes. Diese Modelle werden mit Hilfe einer Notation erstellt. Welche Notation genutzt wird, ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Am häufigsten findet die EPK Anwendung. Die Modelle werden im DV-Konzept informationstechnisch digital umgesetzt. Das DV-Konzept wird in der Implementierung durch Soft- und Hardware realisiert und Mitarbeiter werden geschult. Mit der Abnahme der Informationstechnik erfolgt der Abschluss. Da das Gesamtkonzept von ARIS Prozesse darstellt, deren Komplexität hoch ist, werden mehrere Bearbeitungssichten genutzt, in die der gesamte Prozess zerlegt wird. Die Bearbeitungssichten sind: Funktionssicht, Datensicht, Organisationssicht und Steuerungssicht. Für jede der Sichten gelten die zuvor beschriebenen Phasen. Dieses Gesamtkonstrukt aus Phasen und Bearbeitungssichten wird ARIS-Haus genannt.

5.3.4 Notation

Die Notation, die hauptsächlich in Zusammenhang mit ARIS eingesetzt wird, ist die der EPK. Das Ziel des Einsatzes ist die Modellierung der Prozesse eines Unternehmens. Die Modellierung des Ist- und Soll-Zustandes findet in der Phase des Fachkonzeptes statt. Somit findet die Notation vollständig in der Phase des Fachkonzeptes und in allen Bearbeitungsschichten Anwendung. Die Elemente, die bei der Notation eingesetzt werden, lassen sich in die Gruppen Ereignisse, Funktionen, Organisationseinheiten, Informationsobjekte, Kontroll- und Datenfluss einteilen.

Ereignisse beschreiben einen eingetretenen Zustand. Dabei sind diese entweder Auslöser oder Ergebnis einer Funktion. Vor jeder Funktion findet ein Ereignis statt und jede Funktion endet in einem Ereignis (Staud, 2006, s. 62f.). Jede Prozesskette muss mit einem Startereignis beginnen und mit einem Endereignis enden. Das Endereignis einer Prozesskette kann das Startereignis einer weiteren Prozesskette darstellen, sodass die erste Prozesskette die nachfolgende Prozesskette startet (Gadatsch, 2012, s. 172f.). Da die Ereignisse den Durchlauf der Prozesskette steuern, wird die Methode ereignisgesteuerte Prozesskette genannt (Abts, 2010, s. 264). Die Ereignisse werden visuell durch ein Sechseck dargestellt (Abbildung 5-41).

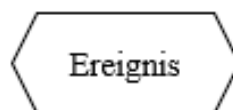


Abbildung 5-41: Ereignis

Funktionen führen im Gegensatz zu Ereignissen etwas aus. Alle Tätigkeiten werden über Funktionen dargestellt. Zu jeder Funktion werden die Input- und Outputinformationen, die Organisationseinheit

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

und das Informationssystem angeben (Gadatsch, 2012, s. 172ff.). Die Funktionen werden durch ein oder mehrere Ereignisse gestartet und können ein oder mehrere Ereignisse zur Folge haben. Über ein abgerundetes Viereck werden Funktionen symbolisiert (Abbildung 5-42) (Staud, 2006, s. 60ff.).

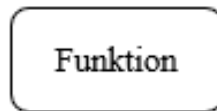


Abbildung 5-42: Funktionen

Die Organisationseinheit benennt eine Person oder eine Abteilung. Diese wird in Verbindung zu einer Funktion angegeben. Damit gibt die Organisationseinheit für eine bestimmte Funktion an, welche Person oder Abteilung verantwortlich ist (Abts, 2010, s. 264). Die Visualisierung der Organisationseinheit erfolgt durch einen Kreis mit einer Linie darin (Abbildung 5-43).



Abbildung 5-43: Organisationseinheit

Die Informationsobjekte geben an, welche Informationen bei einer Funktion benötigt werden oder welche durch eine Funktion erzeugt werden (Staud, 2006, s. 64ff.). Dabei wird unterschieden in Input- und Outputinformationsobjekte. Die Inputinformationsobjekte geben die Informationen an, die von einer Funktion zur Durchführung benötigt werden. Die Outputinformationsobjekte geben die Informationen an, die durch eine Funktion erzeugt werden. Für eine Funktion werden sowohl Input- als auch Outputinformationsobjekte angegeben. Zusätzlich werden IT-Systeme angegeben, die unterstützend bei der Durchführung der Funktion Anwendung finden (Gadatsch, 2012, s. 187ff.). Inputinformationsobjekte werden durch ein Viereck mit einem ausgehenden Pfeil, Outputinformationsobjekte durch ein Viereck mit einem eingehenden Pfeil und Anwendungssysteme über ein Viereck mit zwei Linien darin, angegeben (Abts, 2010, s. 264f.).

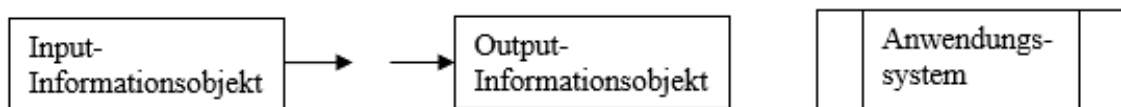


Abbildung 5-44: Informationsobjekte

Unter den Kontroll- und Datenfluss fallen die Prozesswegweiser, Verbindungselemente und Konnektoren. Prozesswegweiser werden genutzt, wenn in einer Prozesskette auf eine weitere Prozesskette verwiesen wird. Die Prozesswegweiser werden durch einen einfachen Kreis mit einer Nummer darin dargestellt (Abbildung 5-45) (Abts, 2010, s. 264f.).



Abbildung 5-45: Prozesswegweiser

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Der Kontrollfluss, der Datenfluss und die Zuordnung sind die drei Verbindungselemente. Der Kontrollfluss beschreibt den Verlauf des Prozesses zwischen den Ereignissen und Funktionen. Er zeigt an, welche Funktionen aus den Ereignissen und welche Ereignisse aus den Funktionen resultieren. Dargestellt wird der Kontrollfluss durch einen gestrichelten Pfeil (Abbildung 5-46). Der Datenfluss besteht zwischen Informationsobjekten und Funktionen. Die Richtung des Datenflusses gibt an, ob eine Information durch eine Funktion erzeugt oder für diese Funktion benötigt wird. Die Darstellung des Datenflusses erfolgt über einen durchgängigen Pfeil (Abbildung 5-46). Die Zuordnung wird genutzt, um Ressourcen und Organisationseinheiten zuzuteilen (Abts, 2010, s. 264ff.). Eine durchgängige Linie wird zur Darstellung genutzt (Abbildung 5-46).

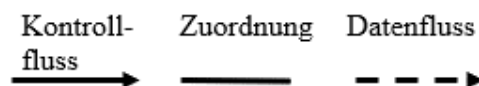


Abbildung 5-46: Verbindungselemente

Die Konnektoren finden Anwendung, wenn ein Prozess nicht linear verläuft, sondern sich verzweigt, verknüpft oder Schleifen dreht (Staud, 2006, s. 66ff.). Grundsätzlich gibt es drei Konnektoren, die durch verschiedene Anordnungen vor oder nach Funktionen unterschiedliche Auswirkungen haben. Die Konnektoren werden Und, Oder und Entweder-Oder genannt (Gadatsch, 2012, s. 174f.). Die Visualisierung aller Konnektoren erfolgt über einen Kreis (Abts, 2010, s. 264ff.). Jeder Konnektor hat sein eigenes Symbol innerhalb des Kreises. Der Und-Konnektor wird genutzt, wenn zwei Ereignisse aktiv sein müssen, um eine Funktion auszulösen oder wenn aus einer Funktion zwei aktive Ereignisse entspringen. Ein \wedge steht dabei für den Und-Konnektor (Abbildung 5-47). Der Oder-Konnektor wird angewandt, wenn von zwei Ereignissen mindestens eins aktiv sein muss, um eine Funktion zur Folge zu haben oder wenn aus einer Funktion mindestens ein Ereignis aktiv wird. Das Symbol für diesen Konnektor ist ein \vee (Abbildung 5-47). Der letzte Konnektor, der Entweder-Oder-Konnektor, wird genutzt, wenn genau eins von mehreren aktiven Ereignissen eine Funktion nach sich zieht. Bei mehreren aktiven Ereignissen wird die Funktion nicht aktiviert. Zudem findet dieser Konnektor Anwendung, wenn aus einer Funktion genau ein aktives Ereignis folgt. Symbolisiert wird der Konnektor durch die Bezeichnung XOR (Staud, 2006, s. 66ff.). (Abbildung 5-47).

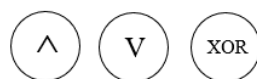


Abbildung 5-47: Kontroll- und Datenflusssymbole

Für die Anwendung von EPKs existieren mehrere Regeln, die es zu befolgen gilt. Diese werden auch Syntaxregeln genannt (Koch, 2015, s. 59f.) (Becker, et al., 2009, s. 57) (Gadatsch, 2012, s. 183f.).

5.4 Diagramme aus UML

5.4.1 Einführung

Die Unified Modeling Language (UML) ist als grafische Modellierungssprache für Software bekannt und weit verbreitet (Rupp, et al., 2012, s. 3f.). Sie wird genutzt, um Software zu analysieren und zu entwerfen. Die UML ist herstellerneutral und standardisiert, um ein breites Anwendungsfeld abzudecken. Ein Bestandteil der UML sind Notationen, die zur Erstellung der Modelle zur Analyse

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

und dem Design genutzt werden (Becker, et al., 2009, s. 57ff.). Die Darstellung der Modelle erfolgt in Form von Diagrammen. Die UML bietet eine Vielzahl von Diagrammen, die unterschiedliche Ziele verfolgen. Grundsätzlich lassen sich diese in Strukturdiagramme und Verhaltensdiagramme der UML teilen (Rupp, et al., 2012). Strukturdiagramme werden genutzt, um die tatsächliche Struktur eines Systems, das Systemgerüst darzustellen. Dieser Anwendungsfall ist auf die Software ausgelegt und die Diagramme eignen sich weniger zur Darstellung anderer Sachverhalte (Rupp, et al., 2012, s. 105ff.). Anders gestaltet es sich bei den Verhaltensdiagrammen. Diese befassen sich mit den Abläufen des Systems, also dem Verhalten. Dabei legt jedes der Diagramme den Fokus auf andere Inhalte. Die Diagramme betrachten das gleiche Verhalten der Systeme aus unterschiedlichen Sichten. Insgesamt wird zwischen sieben Verhaltensdiagrammen unterschieden (Rupp, et al., 2012, s. 254ff.). Die Use-Case-Diagramme fokussieren sich bei der Darstellung auf das Ziel eines Systems und die Interaktion mit den Nutzern. Falls der Fokus des Diagramms auf den Abläufen liegen soll, um den Fluss und die Prozesse des jeweiligen Systems abzubilden, werden Aktivitätsdiagramme angewandt. Die Zustandsautomaten zeigen alle Zustände auf, die ein System einnehmen kann und durch welche Ereignisse die Zustände ausgelöst werden. Das Sequenzdiagramm visualisiert Abläufe eines Systems in chronologischer Reihenfolge, wobei die Kommunikation des Systems im Fokus steht. Die Kommunikation und die Kommunikationspartner stehen bei den Kommunikationsdiagrammen im Mittelpunkt. Die Zustände zu unterschiedlichen Zeitpunkten und die dazugehörigen Ereignisse, die einen Zustandswechsel auslösen, werden in den Timingdiagrammen abgebildet. Das letzte der Diagramme, das Interaktionsdiagramm, stellt nicht die einzelnen Abläufe dar, sondern bereits komplexere Interaktionen (Rupp, et al., 2012, s. 239ff.). Jedes dieser Diagramme besitzt im Umfeld von UML wichtige Kompetenzen, die eine Anwendung rechtfertigen. Für den konkreten Anwendungsfall dieser Arbeit eignet sich das Aktivitätsdiagramm am besten, da dieses den Fokus auf die Abbildung von Prozessen und Abläufen legt (Rupp, et al., 2012, s. 263ff.).

5.4.2 Nutzen

Der Nutzen der Aktivitätsdiagramme ist eng verbunden mit dem Nutzen der Verhaltensdiagramme und mit der Anwendung der UML. Der Nutzen der UML besteht darin, durch eine standardisierte, grafische Modellierungssprache, den Anwendern die Möglichkeit zu bieten, Software zu analysieren, neu zu designen bzw. eine völlig neue Softwarearchitektur zu schaffen. UML umfasst standardisierte Begriffe, das komplette Sprachmodell, die Diagramme und Notationen zur Visualisierung und weitere Inhalte (Rupp, et al., 2012). Die Verhaltensdiagramme haben innerhalb der UML den Teilnutzen, das Gesamtverhalten des Systems vollumfänglich zu beschreiben. Der Nutzen der Aktivitätsdiagramme liegt in der sehr detaillierten Visualisierung von Abläufen mit Bedingungen, Schleifen, Verzweigungen, Parallelisierungen und Synchronisationen (Becker, et al., 2009, s. 67f.).

5.4.3 Methode

Die UML bezeichnet eine Modellierungssprache für Softwaresysteme, die unter anderem Begriffe, Beziehungen und Notationen festlegt. Für die Anwendung der UML in Softwareprojekten werden Vorgehensmodelle empfohlen. Hierzu gehören das Spiralmodell, das Wasserfallmodell, das V-Modell und der Rational Unified Process (RUP). Der RUP ist ein Vorgehensmodell, welches direkt auf Basis der UML entwickelt worden ist. Er besteht aus mehreren Phasen und Disziplinen, die während des Entwicklungsprozesses durchlaufen werden. Bei den vier Phasen handelt es sich um die Konzeption, den Entwurf, die Konstruktion und die Übergabe. Für jede der Phasen ist definiert, welche der

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Disziplinen in welchem Umfang Anwendung findet. Die Disziplinen sind die Geschäftsprozessmodellierung, die Anforderungsanalyse, die Analyse und das Design, die Implementierung, der Test und die Auslieferung. Zudem gibt es unterstützende Disziplinen, wie das Change-Management. Die Disziplinen und deren Umfang sind pro Phase in einer übergeordneten Grafik definiert.

5.4.4 Notation der Aktivitätsdiagramme

Die Notation der Aktivitätsdiagramme besteht aus Symbolen und Darstellungen. Im Folgenden werden die Hintergründe und Symbole für Start- und Endpunkte, das Token-Prinzip, Aktivitäten, Aktionen, Kontrollknoten, Aktivitätsbereiche und Kanten vorgestellt und erläutert.

Jede Aktivität wird mit Hilfe eines Aktivitätsdiagramms abgebildet. Bevor die Abbildung in einem Diagramm erfolgt, ist festzuhalten was genau diese Aktivität umfasst. Ein Prozess kann als eine Aktivität abgebildet oder zerteilt und in mehreren Aktivitäten abgebildet werden. Die Grenzen, wo eine Aktivität beginnt und endet, werden mit dem Start- und Endpunkt markiert. Darüber hinaus ist es möglich, einzelne Aktionen aus einem Aktivitätsdiagramm in einem eigenen Aktivitätsdiagramm abzubilden. Wie kleinschrittig ein Prozess in Aktivitäten zerlegt wird und ob Aktionen wiederum als Aktivität in einem weiteren Diagramm abgebildet werden, hängt vom Anwendungsfall ab (Rupp, et al., 2012, s. 263ff.). Grundsätzlich kann ein Aktivitätsdiagramm mit einem oder mehreren Startknoten beginnen. Falls mehrere Startknoten bestehen, werden diese parallel gestartet. Der Start eines Aktivitätsdiagramms wird mit Hilfe eines schwarz ausgefüllten Kreises dargestellt (Koch, 2015, s. 63). Bei den Endknoten muss zwischen dem Ende einer Aktivität und dem Ende eines Kontrollflusses unterschieden werden. Das Ende der Aktivität bedeutet, dass alle parallellaufenden Kanten abgebrochen werden und die Aktivität beendet ist. Dieses Ende wird mit einem schwarz ausgefüllten Kreis mit weißem Rand abgebildet. Das Ende eines Kontrollflusses bedeutet, dass der Kontrollfluss endet, die parallellaufenden Kanten jedoch weiterlaufen können. Dieses Ende eines Kontrollflusses wird mit einem durchkreuzten Kreis dargestellt (Koch, 2015, s. 63) (Rupp, et al., 2012, s. 293ff.).



Abbildung 5-48: Start- und Endsymbol

Kanten können im Laufe einer Aktivität aufgeteilt werden und wieder zusammenlaufen. Dieser Ablauf wird mit Hilfe des Token-Konzepts erläutert (Rupp, et al., 2012, s. 265). Ein Token wird durch einen kleinen schwarzen Punkt visualisiert. Der Punkt ist unterschiedlich weit gefüllt, um mehrere Token auseinanderhalten zu können (Abbildung 5-49). Durch diesen Punkt wird der Ablauf visualisiert. Das Token wird an den Startknoten erzeugt und wandert bis zum Endknoten. Dabei werden den Token an den Aktionen die relevanten Daten übertragen, die so durch den gesamten Verlauf getragen werden.



Abbildung 5-49: Token

Eine Aktivität bezeichnet den gesamten Ablauf, der in einem Aktivitätsdiagramm abgebildet wird. Die Aktivitäten bestehen aus Aktionen und weiteren Elementen, die den Kontrollfluss steuern (Rupp, et al., 2012, s. 278ff.). Die Aktivität wird mit Hilfe eines abgerundeten Rechtecks dargestellt.

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

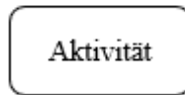


Abbildung 5-50: Aktivität

Jeder Aktivität können Eingabe- und Ausgabeparameter zugeordnet werden. Die Eingabeparameter werden beim Aufruf der Aktivität an diese übergeben. Am Ende der Aktivität stehen ein oder mehrere Ausgabeparameter, die wieder von der übergeordneten Aktivität verarbeitet werden (Rupp, et al., 2012, s. 278ff.). Die Parameter werden in einem Rechteck visualisiert (Rupp, et al., 2012, s. 279).

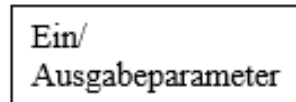


Abbildung 5-51: Ein- oder Ausgabeparameter

Aktionen sind Einzelschritte, welche nicht weiter zerlegt werden. Aktionen können Datenabgleiche, Algorithmen, Verhaltensweisen oder auch der Aufruf einer weiteren Aktivität sein. Die Beschreibung von Aktionen kann durch Text, Pseudocode oder auch Programmiersprachen erfolgen. Die Aktionen werden durch abgerundete Rechtecke abgebildet (Rupp, et al., 2012, s. 274).

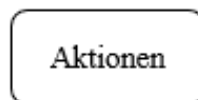


Abbildung 5-52: Aktionen

Wie bei den Aktivitäten können auch für die Aktionen bestimmte Vor- und Nachbedingungen gegeben sein. Diese werden über Kommentarfelder angegeben (Abbildung 5-53).



Abbildung 5-53: Vor- und Nachbedingungen

Zusätzlich gibt es Sonderformen. Zwei davon sind Signalsender und Ereignisempfänger. Diese finden Anwendung, wenn Signale verschickt oder Ereignisse empfangen werden. Beide Sonderformen werden über Rechtecke abgebildet, die einseitig angespitzt bzw. eingeknickt sind (Abbildung 5-54).

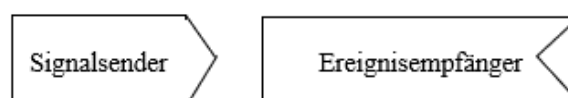


Abbildung 5-54: Signalsender und Ereignisempfänger

Ein weiteres Sonderzeichen bei der Verwendung von Aktionen ist das Zeitereignis, welches eine bestimmte Aktion nach dem Ablauf einer zuvor festgelegten Zeit aktiviert (Abbildung 5-55).



Abbildung 5-55: Zeitereignis

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

Die Aktionen können Daten, Werte oder Inhalte selbst erzeugen oder auch als Input erhalten. Um diese Inhalte darzustellen, werden Objektknoten genutzt (Rupp, et al., 2012, s. 280ff.). Objektknoten bieten das Grundgerüst, um Inhalte zu erfassen. Der Objektknoten existiert in zwei verschiedenen Ausführungen, je nachdem ob er den Input oder Output für eine oder mehrere Aktionen darstellt. Falls ein Objektknoten gleichzeitig der Output der vorgelagerten Aktion und der Input der nachgelagerten Aktion ist, wird dieser mit Hilfe eines Rechtecks dargestellt. Der Objektknoten befindet sich dann zwischen den beiden Aktionen und wird durch zwei Kanten mit ihnen verbunden. Innerhalb des Rechtecks findet sich die Bezeichnung für den Typ des Objektknotens (Abbildung 5-56). Wenn ein Objektknoten nur Input oder Output für eine Aktion ist, wird dieser mit einem kleinen Rechteck direkt vor oder hinter der Aktion angebracht (Abbildung 5-56). Unabhängig von der Ausführung des Objektknotens sind weitere Eigenschaften variierbar. Ein Objektknoten kann als Puffer genutzt werden. Hierfür muss die Menge festgelegt werden, die gepuffert werden soll und das Prinzip (Rupp, et al., 2012, s. 283ff.).



Abbildung 5-56: Objektknoten

Der Begriff Kanten bezeichnet die Übergänge zwischen zwei Knoten. Kanten werden über Pfeile dargestellt (Abbildung 5-57). Dabei wird zwischen Kontrollfluss und Objektfluss unterschieden (Rupp, et al., 2012, s. 283ff.). Mit Kontrollfluss sind diejenigen Übergänge gemeint, die zwischen zwei Aktionen oder einer Aktion und einem Kontrollelement ablaufen. Objektflüsse hingegen bezeichnen die Übergänge, die mindestens ein Objekt betreffen. Kontroll- und Objektflüsse unterscheiden sich dahingehend, dass bei Objektflüssen immer Daten über die Token mitversandt werden. Die Token bei den Kontrollflüssen bezwecken die Ausführung einer nachgelagerten Aktion. Die Kanten können durch Informationen spezifiziert werden. Kanten können mit Namen belegt werden. Hierfür wird der Name einfach an die Kante geschrieben. Es ist außerdem möglich eine Kante mit einer Bedingung zu belegen. Die Bedingung wird in eckigen Klammern angegeben. Wenn Token, die eine Kante durchlaufen, nur in bestimmter Reihenfolge weiterlaufen sollen, können diese sortiert werden. Dies wird mit Hilfe eines Kommentarfelds mit dem Begriff Bedingung visualisiert. Kanten können gewichtet werden. Das Gewicht gibt an, wie viele Token sich am Anfang einer Kante befinden müssen, bis diese Token die Kante passieren dürfen. Die Gewichtung wird durch den Begriff Gewicht und eine geschweifte Klammer angegeben. Wenn Kanten aus Gründen der Übersichtlichkeit unterbrochen werden müssen, wird dies mit Hilfe von Sprungmarken durchgeführt, die durch einen einfachen Kreis mit einer Nummerierung oder Bezeichnung darin dargestellt werden.

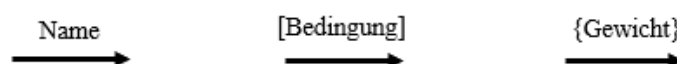


Abbildung 5-57: Kanten

Die Kanten innerhalb eines Aktivitätsdiagramms können aufgespalten und wieder zusammengeführt werden. Dies geschieht mit Kontrollknoten. Bei diesen wird zwischen zwei Arten unterschieden. Die Kontrollknoten, die Token umleiten, werden Verzweigungs- und Verbindungsknoten genannt. Diese

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

werden durch eine Raute symbolisiert. Die Verzweigungsknoten werden genutzt, wenn eingehende Kanten auf eine Bedingung überprüft werden, um die relevante Kante für den weiteren Verlauf des Token zu ermitteln. Es laufen eine Kante in den Verzweigungsknoten hinein und mehrere alternative Kanten hinaus. Die Bedingung legt fest, welche der ausgehenden Kanten die Richtige für den Fortlauf des Token ist. Neben der Darstellung des Verzweigungsknotens als Raute, müssen die Bedingungen angegeben werden, die für ausgehende Kanten gelten. Hierfür werden eckige Klammern eingesetzt. Der Verbindungsknoten wird genutzt, wenn mehrere Kanten wieder zusammengeführt werden. Dabei werden die eingehenden Token nacheinander angeordnet und dann weitergegeben.



Abbildung 5-58: Verzweigungs- und Verbindungsknoten

Unter die zweite Art der Kontrollknoten fallen die Synchronisations- und Parallelisierungsknoten. Der Parallelisierungsknoten wird eingesetzt, um aus einer eingehenden Kante mehrere parallel zueinander laufende Kanten zu machen. Die Token der eingehenden Kante werden dupliziert und an die ausgehenden Kanten weitergereicht. Die ein- oder ausgehenden Kanten können mit Bedingungen versehen werden. Ein Synchronisationsknoten wird angewandt, wenn mehrere parallel zueinander laufende Kanten zu einer Kante verschmelzen. Grundsätzlich werden die Token der eingehenden Kante durch eine Und-Funktion zu einem ausgehenden Token verschmolzen. Bei Bedarf können die Token mit OR- oder XOR-Funktion gehandhabt werden. Beide Knoten dieser Art werden mit einem schwarzen Balken abgebildet, der mit den ein- und ausgehenden Kanten verbunden wird.



Abbildung 5-59: Synchronisations- und Parallelisierungsknoten

Zur Unterteilung von Aktivitäten werden Aktivitätsbereiche eingesetzt. Durch diese lassen sich Aktivitäten in Bereiche unterteilen, die sich hinsichtlich einer Eigenschaft unterscheiden. Durch die Aktivitätsbereiche besteht die Möglichkeit, Aktionen innerhalb einer Aktivität den Bereichen zuzuordnen (Rupp, et al., 2012, s. 308). Dargestellt werden die Aktivitätsbereiche durch einen großen Kasten, der mit einem Bereichsnamen versehen ist (Abbildung 5-60).



Abbildung 5-60: Aktivitätsbereiche

5.5 Sankey-Diagramm

5.5.1 Einführung

Unter einem Sankey-Diagramm sind Flussbilder zu verstehen, in denen durch Pfeile Mengen oder Anteile dargestellt werden. Der Name des Diagramms bezieht sich auf seinen Entwickler Riall Sankey, der diese Art des Diagramms nutzte, um den Wirkungsgrad einer Dampfmaschine zu verbildlichen (Sankey, 1896, s. 182ff.). Seither findet das Diagramm in verschiedenen Aufmachungen und Fachbereichen Anwendung. Beispiele sind die Darstellung von Wärmebilanzen, Kostenstrukturen (Möller, 2000) und Materialflüssen (Kölbel & Schulze, 1960).

5.5.2 Nutzen

Das Sankey-Diagramm wird genutzt, um einen Prozess über die Prozessschritte und Flüsse zwischen den Prozessschritten darstellen zu können. Im Fokus steht die Verteilung der Mengen bzw. Anteile des Prozesses. Der Nutzen des Sankey-Diagramms liegt in der Visualisierung des Prozesses, vor allem der Mengen und Anteile.

5.5.3 Methode

Das Sankey-Diagramm wurde beiläufig durch Riall Sankey entwickelt, weshalb keine Vorgehensweise, Methode oder Regeln aufgestellt worden sind (Schmidt, 2008, s. 83ff.). Jedoch haben sich im Laufe der Zeit allgemein gültige Regeln ergeben, die der Anschaulichkeit der Diagramme dienen. Ein Sankey-Diagramm besteht aus mehreren Pfeilen. Diese können Mengen oder Anteile darstellen. Jeder der Pfeile wird benannt und ggf. mit absoluten oder relativen Angaben versehen. Alles in allem stellt das Sankey-Diagramm dar, wie eine Ausgangsmenge in mehrere Teilmengen zerfließt (Schmidt, 2008, s. 174ff.). Die Mengengrößen sind auf eine festgelegte Zeitperiode bezogen. Die Breite der Pfeile unterscheidet sich innerhalb eines Diagramms. Dabei ist diese Breite als proportional zur dargestellten Menge bzw. dem Anteil anzusehen. Innerhalb des gesamten Diagramms wird davon ausgegangen, dass keinerlei Bestandhaltung stattfindet. Die Mengen können nirgendwo als Bestand festgehalten werden, sondern müssen immer vollständig weiterfließen. Zudem wird die Masseerhaltung angenommen (Schmidt, 2008, s. 174).

5.5.4 Notation

Die Sankey-Diagramme sind einfach aufgebaut. Dort werden die Flüsse der Mengen, Anteile und einzelne Prozessschritte dargestellt. Die Abbildung der Flüsse erfolgt über Pfeile, die einzeln benannt und mit Werten bezeichnet werden (Abbildung 5-61) (Schmidt, 2008, s. 174ff.).

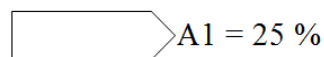


Abbildung 5-61: Pfeile des Sankey-Diagramms

Die Prozessschritte werden über Rechtecke abgebildet, in welche der Name des Prozessschrittes einzutragen ist. Jeder der Prozessschritte hat einen Eingang, in den ein oder mehrere Pfeile hineingehen und einen Ausgang, aus dem ein oder mehrere Pfeile hinaustreten (Abbildung 5-62).

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

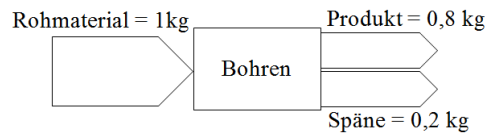


Abbildung 5-62: Prozessschritte des Sankey-Diagramms

Außer den Flüssen und den Prozessschritten werden keine Informationen im Sankey-Diagramm durch Symbole visualisiert. Jedoch können noch Farben angewandt werden, um Prozessschritte oder Flüsse visuell zu differenzieren. Die Notation des Sankey-Diagramms ist einfach gehalten. Diese Einfachheit ermöglicht das breite Anwendungsfeld der Sankey-Diagramme (Schmidt, 2008, s. 174ff.).

5.6 Integrierte Unternehmensmodellierung

5.6.1 Einführung

Die integrierte Unternehmensmodellierung (IUM) ist eine am Fraunhofer Institut entwickelte Methode zur Geschäftsprozessmodellierung. Diese basiert auf einem objektorientierten Ansatz. IUM zeichnet sich durch eine einfache und transparente Darstellungsweise aus. Der Einsatz von IUM wird durch das Softwarewerkzeug Mo²GO unterstützt (Kohl, et al., 2016, s. 155).

5.6.2 Nutzen

Die IUM wird genutzt, um auf verständliche und transparente Art und Weise Unternehmensdaten abzubilden. Ziel des Einsatzes ist die schnelle Analyse und Optimierung der Geschäftsprozesse. Aufgrund der Flexibilität und Einfachheit eignet sich IUM sowohl für Produktionsunternehmen als auch für Verwaltungen oder Krankenhäuser (Fraunhofer, 2018). Ein großer Vorteil der IUM im Rahmen der Mo²Go liegt in der hierarchischen Unterteilung. Der Prozess setzt sich aus Teilprozessen zusammen, die logisch verknüpft sind. Die Teilprozesse stellen jeweils eine abgeschlossene Aufgabe dar. Durch diese Hierarchisierung entstehen ausgewogene Prozessmodelle im Hinblick auf die Detaillierung (Kohl, et al., 2016, s. 155).

5.6.3 Methode

Die IUM basiert auf den Schritten Systemabgrenzung, Modellbildung, Modellauswertung und -nutzung und Modellaktualisierung (Spur, et al., 1993). Bei der Systemabgrenzung wird der zu betrachtende Bereich des Unternehmens abgegrenzt. Das Vorgehen in der Phase der Modellbildung ist durch die IUM näher beschrieben. Die IUM sieht die Modellierung von zwei verschiedenen Sichten vor. Zum einen handelt es sich dabei um die Sicht Funktionen und zum anderen um die Sicht Informationen (Mertins & Jochem, 1993) (Mertins, et al., 1994). Der Aufbau des Informationsmodells umfasst die Erstellung von Objektklassen für Produkt, Auftrag und Ressourcen. In diesen Objektklassen wird die Struktur und der Aufbau der Objekte genauer beschrieben. Das Modell der Funktionen besteht aus der Modellierung der Geschäftsprozesse. Die Modellierung der beiden Sichten erfolgt iterativ. Bei der Auswertung der Modelle wird die Optimierung der Geschäftsprozesse angestrebt, indem Verbesserungen ausgearbeitet werden (Spur, et al., 1993).

5.6.4 Notation

Die IUM unterscheidet zwischen den Bestandteilen Grundkonstrukte und Verknüpfungselemente (Kohl, et al., 2016, s. 155). Die Grundkonstrukte umfassen Objekte und Aktionen. Die Objekte teilen sich auf in Produkt, Auftrag und Ressource (Spur, et al., 1993). Ein Produkt bezeichnet alle Objekte,

5 - Untersuchung gängiger Modellierungsmethoden

die das Unternehmen vertreibt, sowie Teilprodukte, die in das Produkt eingehen. Unter Auftrag fallen die verschiedenen Arten von Aufträgen, mit denen die Prozesse im Unternehmen gesteuert werden. Die Ressourcen umfassen Mitarbeiter oder Betriebsmittel. Die Aktionen werden genutzt, um Objekte miteinander in Verbindung zu setzen. Diese bestehen aus Tätigkeiten und Aufgaben, die im Unternehmen umgesetzt werden (Kohl, et al., 2016, s. 155). Die Unterscheidung zwischen den Symbolen der Grundkonstrukte wird mit Hilfe von Farben umgesetzt. Die Form bleibt als Rechteck erhalten (Abbildung 5-63).



Abbildung 5-63: Grundkonstrukte der IUM

Mit Grundkonstrukten der Ablaufmodellierung ist die Verbindung zwischen den Grundkonstrukten gemeint. Hier wird zwischen zwei Symbolen unterschieden. Die Verbindung zwischen zwei Grundkonstrukten kann mit einem durchgängigen Pfeil symbolisiert werden. Hiermit wird angezeigt, dass ein Grundkonstrukt, das jeweils andere verändert. Die zweite Möglichkeit, die Verbindung zwischen den Grundkonstrukten zu kennzeichnen ist mit Hilfe eines gestrichelten Pfeils. Dies zeigt an, dass ein Grundkonstrukt, das jeweils andere steuert oder unterstützt (Kohl, et al., 2016, s. 155).

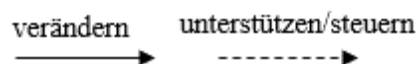


Abbildung 5-64: Grundkonstrukte der Ablaufmodellierung

Die Verknüpfungselemente unterscheiden sich in Verzweigung, Zusammenführung und Entscheidung. Eine Verzweigung wird durch ein kleines Rechteck dargestellt (Abbildung 5-65). Die Verzweigung gibt an, dass ein Prozess sich in mehrere parallel ablaufende Folgeprozesse verzweigt. Wenn mehrere dieser parallelen Prozesse wieder zusammenlaufen wird dies als Zusammenführung mit einem kleinen Punkt visualisiert (Abbildung 5-65). Die Entscheidung stellt das Trennen des Prozesses in mehrere Folgeprozesse dar. Die Folgeprozesse laufen jedoch nicht parallel weiter, sondern nur einer der Folgeprozesse wird auf Grundlage einer festgelegten Entscheidung weiterverfolgt (Abbildung 5-66). Die Kriterien, nach denen die Entscheidung getroffen wird, werden mit einem Ressourcenobjekt angegeben. Die Entscheidung wird durch eine Raute symbolisiert (Abbildung 5-65). Durch die Entscheidung kann eine Schleife erzeugt werden (Kohl, et al., 2016, s. 155) (Abbildung 5-66).



Abbildung 5-65: Verknüpfungselemente

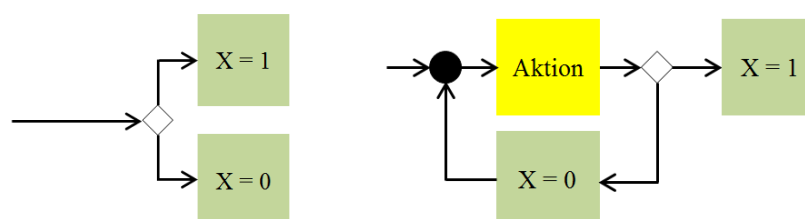


Abbildung 5-66: Darstellung von Entscheidungen und Schleifen

6. Anforderungsanalyse

Anforderungen bezeichnen die „Beschaffenheit, Fähigkeit oder Leistung, die ein Produkt, Prozess oder die am Prozess beteiligte Person erfüllen oder besitzen muss, um einen Vertrag, eine Norm, eine Spezifikation oder andere, formell vorgegebene Dokumente zu erfüllen“ (Deutsches Institut für Normung e.V., 2009). In einem Projekt werden die Anforderungen zu Beginn bei der Zieldefinition bestimmt. Hierfür wird eine Anforderungsanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse der Anforderungsanalyse werden als Anforderungskatalog dokumentiert (Hobel, 2006, s. 27ff.). Im Folgenden wird zuerst die gängigste Klassifikation von Anforderungen vorgestellt. Anschließend werden Herausforderungen vorgestellt, die bei der Ermittlung von Anforderungen auftreten. Zum Abschluss wird ein mögliches Vorgehen zur Durchführung einer Anforderungsanalyse vorgestellt.

6.1 Klassifikation von Anforderungen

Die Anforderungen werden häufig in funktionale und nicht-funktionale Anforderungen unterteilt. Diese Unterteilung wurde erstmalig 1993 vom IEEE vorgenommen und hat sich bis heute durchgesetzt (Institute of Electrical and Electronic Engineering, 1993). Obwohl die Unterteilung sich vornehmlich auf den Anwendungsfall der Softwareentwicklung bezieht, findet man diese heutzutage auch in andersartigen Projekten. Anforderungen werden als funktional bezeichnet, wenn sich diese auf die tatsächliche Funktion beziehen, also darauf was bspw. durch ein System für Leistungen und Dienste erbracht werden (Partsch, 2010, s. 25ff.). Nicht-funktionale Anforderungen hingegen beziehen sich darauf, wie eben diese durchgeführt werden (Grande, 2014, s. 37). Dazu gehören Anforderungen an die Qualität, wie die Zuverlässigkeit oder die Benutzbarkeit (V-Modell-Autoren, 2006, s. 123ff.). Neben dieser Unterteilung werden die Anforderungen innerhalb eines Lastenheftes nach Themenbezug getrennt. Die DIN zum Thema Lasten-/Pflichtenheft trennt die Anforderungen in die Bereiche Systemtechnik, Inbetriebnahme und Einsatz, Qualität und Projektabwicklung (Verein Deutscher Ingenieure, 2001).

6.2 Probleme und Herausforderungen

Einer der Hauptaspekte, der Fehler in der Anforderungsanalyse nach sich zieht, ist die zur Verfügung stehende Information. Informationen können nicht vorhanden sein, wenn diese in der Vergangenheit nicht aufgenommen wurden oder verloren gegangen sind. Zudem können diese veraltet, unnötig oder von unzureichender Qualität sein. Ein weiteres Problem sind nicht detailliert genug definierte Zielvorstellungen sowie eine zu hohe Komplexität des Projektes (Rupp, 2014, s. 24ff.). Diese und weitere Probleme führen dazu, dass Anforderungen in nicht zufriedenstellender Qualität erzeugt werden. Die Gesamtheit der Anforderungen kann unvollständig, redundant oder mehrdeutig sein. Die Anforderungen dienen als Grundlage für das weitere Projekt, im speziellen zum Entwurf des Produktes. Daher haben unzureichende Anforderungen weitreichende negative Folgen für den Entwurf und somit für das gesamte Projekt. Die Fehlerhaftigkeit der Anforderungen ist im Nachhinein schwierig zu entdecken. Die Korrektur kann sowohl finanziell als auch zeitlich einen immensen Aufwand nach sich ziehen. Im schlimmsten Fall werden die Fehler erst bei Abnahme durch den Kunden entdeckt. Aufgrund der beschriebenen Problematik und den möglichen Folgen ist die Anforderungsanalyse von hoher Relevanz für ein Projekt. Im Folgenden werden mögliche Methoden und Kriterien vorgestellt, die zur Verhinderung der Fehler eingesetzt werden (Partsch, 2010, s. 55f.).

6 - Anforderungsanalyse

Um fehlerhafte Anforderungen zu vermeiden, werden Qualitätskriterien genutzt. Mit Qualitätskriterien sind einzelne Kriterien gemeint, auf die jede Anforderung hin überprüft werden muss. Sofern eine Anforderung alle Kriterien erfüllt, ist die Qualität nachgewiesen. Die Qualitätskriterien wurden vom IEEE im Rahmen des „Recommended Practice for Software Requirements Specifications“ definiert. Diese haben sich im Laufe der Zeit für jegliche Formen der Anforderungsanalyse durchgesetzt, wobei vereinzelt Änderungen oder Anpassungen in der Bezeichnung auftreten. Die ursprünglichen Kriterien sind (Institute of Electrical and Electronic Engineering, 1993, s. 5): Korrektheit, Eindeutigkeit, Vollständigkeit, Konsistenz, Sortierbarkeit nach Relevanz, Modifizierbarkeit, Nachprüfbarkeit, Nachvollziehbarkeit. Zudem finden sich in aktueller Literatur viele Erweiterungen, wie aktuell gültig, atomar (Partsch, 2010, s. 31f.) oder realisierbar (Rupp, 2014, s. 26). Neben den Kriterien für die einzelnen Anforderungen gibt es Vorgehensweisen und Methoden, die zur Standardisierung der Anforderungsanalyse und Reduzierung der Fehlerhäufigkeit eingesetzt werden, auf die im folgenden Abschnitt eingegangen wird.

6.3 Aufbau der Anforderungsanalyse nach IEEE

Für den Aufbau der Anforderungsanalyse bieten sich verschiedene Standards an, die auf unterschiedliche Anwendungsfälle ausgelegt oder auf bestimmte Inhalte fokussiert sind. Gängige Standards existieren nach dem „Guide to the Software Engineering Body of Knowledge“ des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) oder dem Vorgehensmodell „Volere“. Aufgrund der Verbreitung in der gängigen Literatur und der guten Anwendbarkeit auf unterschiedliche Felder wird der IEEE-Standard verfolgt. Die Schritte sind die Anforderungsermittlung, -analyse, -beschreibung und die -revision (Bourqe, 2014, s. 2-2).

Bei der Anforderungsermittlung müssen alle Anforderungen innerhalb des Projektes identifiziert werden. Dabei können die Anforderungen aus unterschiedlichen Inhalten abgeleitet werden. Eine wichtige Grundlage zur Ermittlung sind die Ziele des Projektes. Diese können teilweise als Ganzes oder auf Teilziele heruntergebrochen in die Anforderungen übersetzt werden. Von Relevanz sind die Stakeholder. Stakeholder sind all diejenigen, die Interesse an dem Projekt haben. Die Erwartungen der Stakeholder können in Anforderungen umgesetzt werden (Bourqe, 2014, s. 1-5). Zur Ermittlung werden Techniken, wie Interviews oder Beobachtungen durchgeführt (Partsch, 2010, s. 40ff.).

Die Anforderungsanalyse enthält eine Klassifizierung, Modellierung und Bewertung der Anforderungen. Bei der Klassifizierung werden die Anforderungen nach unterschiedlichen Gesichtspunkten in Klassen eingeteilt. Die gängigsten Klassifikationen wurden bereits vorgestellt (6.1). Die Prüfung und Bewertung der Anforderungen besteht aus der Verifikation und der Validierung (Partsch, 2010, s. 51). Die Verifikation meint das Überprüfen der Anforderungen nach den Qualitätskriterien (6.2). Dabei wird nicht der Inhalt der Anforderungen überprüft, sondern wie diese formuliert worden sind (Rupp, 2014, s. 26). Die Validierung hingegen umfasst die Bewertung der Anforderungen nach deren Inhalt. Diese werden dahingehend geprüft, ob die eigentliche Intention in richtiger Art und Weise abgebildet wurde (Bourqe, 2014, s. 1-10).

Im Rahmen der Anforderungsbeschreibung werden die Anforderungen und deren Zusammenhänge beschrieben, zusammengehörige Anforderungen gruppiert und in Muss-, Soll- und Kann-Anforderungen priorisiert (Partsch, 2010, s. 44). Ergebnis der Anforderungsbeschreibung ist ein

6 - Anforderungsanalyse

Dokument, welches die Informationen vereint. Für den Aufbau des Dokuments gibt es Standards, wie den des V-Modells XT Bund oder der VDI 2519 (V-Modell-Autoren, 2006). Die weitere Anforderungsbeschreibung befasst sich damit, wie die einzelnen Anforderungen selbst beschrieben werden. Die Beschreibung der Anforderungen bezieht sich auf die erörterten Qualitätskriterien (6.2). Die Anforderungen können durch einfachen Text, grafische Darstellungen, oder komplexere Modelle mit Hilfe einer Modellierungssprache dargestellt werden (Partsch, 2010, s. 44f.). Für die verschiedenen Beschreibungsmerkmale gibt es wiederum Standards, die bspw. vom IEEE oder aus dem Volere stammen. Laut Volere-Karte sind für jede Anforderung folgende Informationen anzugeben: ID der Anforderung, Typ der Anforderung, Beschreibung, Begründung, Urheber, geeignetes Kriterium zur Bewertung der Erfüllung, Kundenzufriedenheit, Kundenunzufriedenheit, Konflikte, Priorität, unterstützendes Material und Geschichte (Robertson, 2013, s. 29ff.). Zudem erfolgt die Einteilung der Anforderung nach Priorität. Hierbei besteht die Möglichkeit, die Anforderungen in Muss-, Soll- und Kann-Priorität einzuordnen. Eine Anforderung, die mit Muss gekennzeichnet ist, muss verpflichtend erfüllt werden, um den Kunden zufriedenzustellen. Eine Soll-Anforderung kennzeichnet den Wunsch eines Kunden, dass diese Anforderung erfüllt wird. Die Kann-Anforderungen sind im Projekt eher nebensächlich, eine Erfüllung ist zwar positiv, jedoch nicht im Fokus (Hobel, 2006, s. 32). Eine weitere Möglichkeit der Einteilung ist nach dem Kano-Modell. Dort werden die Anforderungen in die Kategorien Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderung unterteilt (Sauerwein, et al., 1996, s. 313ff.).

Die Anforderungsrevision umfasst eine Prüfung und Änderung der Anforderungen. Die Verifikation und Validierung werden an den Anforderungen durchgeführt. Des Weiteren ist es möglich, in dieser Phase einen Akzeptanztest über die Anforderungen durchzuführen (Bourque, 2014, s. 1-11ff.).

7. Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Die Phasen der Entwicklung der Notation orientieren sich an einem Vorgehensmodell, um die Übersichtlichkeit und Qualität des Projektes zu gewährleisten und Fehler schnell zu entdecken. Für die Entwicklung einer Notation oder auch einer kompletten Modellierungsmethode existiert in der Literatur kein Vorgehensmodell. Aus diesem Grund muss ein Vorgehensmodell aus einem anderen Fachbereich adaptiert werden. Für die vorliegende Arbeit wird das Wasserfallmodell genutzt, um das Vorgehen festzulegen. Dieses wurde gewählt, da es weit verbreitet und einfach ist sowie eine hohe Qualität der Dokumentation gewährleistet. Die Phasen können direkt an die Bedürfnisse der Notationsentwicklung angepasst werden. Die Entwicklung setzt sich aus fünf Phasen zusammen. In der ersten Phase werden die Anforderungen ermittelt. Hierbei wird der Standard des IEEE herangezogen (6.3). Auf Basis der Anforderungen werden mehrere Modellierungsmethoden bewertet. Dabei wird ermittelt, welche Bestandteile und Funktionen der Modellierungsmethode zur Erfüllung der Anforderungen beigetragen haben. Die Anforderungen, die Informationen zu EWM und die wertschöpfenden Bestandteile der Modellierungsmethoden finden in der Phase des Entwurfs zusammen. Aus der Gesamtheit der Erkenntnisse wird eine neue Modellierungsmethode erzeugt, wobei der Fokus auf der Notation liegt. Die Realisierung erfolgt in Microsoft Visio, wo standardisierte Bausteine erstellt werden.

7.1 Anforderungen an die Modellierung

In diesem Abschnitt wird eine Anforderungsanalyse durchgeführt. Ziel ist die Ermittlung, Bewertung und Dokumentation aller Anforderungen, die an eine Modellierungsmethode gestellt werden. Anforderungen sind als Fähigkeiten oder Bestandteile zu verstehen, deren Vorhandensein einen Mehrwert liefert (6.1). Da das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung einer Notation ist, die auf die Bedürfnisse der Prozessabbildung in EWM ausgerichtet ist, werden die Anforderungen vornehmlich aus dem Informationsbedarf von EWM abgeleitet. Die Anforderungen werden zum einen als Grundlage für die Analyse bestehender Modellierungsmethoden und zum anderen zur Entwicklung der Notation genutzt. Somit wird sichergestellt, dass alle Bedürfnisse aus der Prozessabbildung in EWM durchgängig in den Entwicklungsprozess mit einbezogen werden. Um eine hohe Qualität der Anforderungsanalyse sicherzustellen, wird auf einen bewährten Standard zurückgegriffen. Dabei wird der Aufbau der Anforderungsanalyse nach IEEE genutzt (6.3).

Die Anforderungsanalyse wird strukturiert nach den Schritten Ermittlung, Analyse, Beschreibung und Revision.

Bei der Anforderungsermittlung werden alle Anforderungen identifiziert (6.3). Neben den Anforderungen aus dem Informationsbedarf von EWM, entspringen weitere Anforderungen aus den Grundsätzen der Prozessmodellierung und dem allgemeinen Aufbau und der Anwendung von Notationen. Bei der Ermittlung der Anforderungen liegt der Fokus auf den Notationen der Modellierungsmethoden, da das Ziel der Arbeit die Entwicklung einer Notation ist.

Bei der Anforderungsanalyse werden die Anforderungen in die Klassen funktional und nicht funktional eingeteilt. Zudem erfolgt die Bewertung durch die Validierung und Verifikation. Wenn eine

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Anforderung bei der Verifikation anhand der Qualitätskriterien negativ bewertet wird, muss diese inhaltlich nachbearbeitet werden. Sofern eine Anforderung bei der Validierung durchfällt, wird diese entweder nachbearbeitet oder für den weiteren Verlauf der Anforderungsanalyse aussortiert (6.3).

Die Anforderungsbeschreibung umfasst die Beschreibung der einzelnen Anforderungen und der relevanten Zusammenhänge zwischen den Anforderungen, die Gruppierung und die Priorisierung. Die Anforderungen werden auf Grundlage der Volere-Karte beschrieben. Da diese vornehmlich für Softwareprojekte eingesetzt wird, sind Anpassungen vorzunehmen. Die Beschreibung nach Volere wird auf die Merkmale ID der Anforderung, Typ der Anforderung, Beschreibung, geeignetes Kriterium zur Bewertung der Erfüllung, Konflikte und Priorität gekürzt (6.3). Die ID wird genutzt, um eine eindeutige Bezeichnung in Form einer Nummer zu geben. Der Typ einer Anforderung unterscheidet sich in funktional und nicht funktional. Die Beschreibung garantiert die Nachvollziehbarkeit, Eindeutigkeit und Verständlichkeit der Anforderungen. Die Kriterien zur Bewertung der Erfüllung werden benötigt, um die Modellierungsmethoden mit den Anforderungen abgleichen zu können. Konflikte sind möglich, wenn sich Anforderungen gegenseitig beeinflussen. Die Priorisierung der Anforderungen wird über einen paarweisen Vergleich durchgeführt (Abbildung A - 9). Das Ergebnis wird genutzt, um diese in Muss-, Soll- und Kann-Anforderungen einzuteilen.

Die Anforderungsrevision stellt den abschließenden Schritt der Anforderungsanalyse dar. Hier wird erneut eine Verifikation und Validierung der Anforderungen vorgenommen (6.3). Mit Abschluss der Anforderungsrevision sind die Anforderungen überprüft und werden freigegeben.

7.1.1 Anforderungsermittlung

Die Ermittlung baut zum großen Teil auf dem Informationsbedarf von EWM auf (Abbildung A - 5).

Eine Prüfung der Notationen darauf, ob diese die Informationen von EWM darstellen könnten, wäre nicht zielführend. Grund dafür ist, dass keine der Notationen in ausreichendem Maße auf die Bedürfnisse von EWM abgestimmt ist. Ziel ist, diejenige Notation zu finden, die sich am besten als Grundgerüst eignet. Die Anforderungen müssen auf hoher Ebene definiert werden, sodass ein Abgleich mit den Funktionen und Bestandteilen der Notationen möglich ist. Der Informationsbedarf aus EWM wird in allgemeinere Anforderungen aggregiert (Abbildung 7-1).

Aus der nachfolgenden Abbildung ist zu entnehmen, welche Anforderungen sich aus dem Informationsbedarf ergeben (Abbildung 7-1). Für jede Anforderung ist ersichtlich, welche Informationsbedarfe zu dieser Anforderung geführt haben. Im Folgenden wird genauer auf die Ableitung der Anforderungen aus den Informationsbedarfen eingegangen.

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Prozesse abbilden <ul style="list-style-type: none"> • Wareneingang (Einlagerung) • Warenausgang (Auslagerung) • lagerinterne Prozesse 	Einzelne Prozessschritte darstellen <ul style="list-style-type: none"> • prozessorientierte Lagerungssteuerung • layoutorientierte Lagerungssteuerung 	Differenzierung der Prozessschritte möglich <ul style="list-style-type: none"> • POLS & LOLS > 11 Schritte • Arbeitsphysiologie • Übersichtlichkeit • Verständlichkeit 	Ressourcen abbilden können <ul style="list-style-type: none"> • Ressourcenmanagement • Ressourceneinsatz optimieren 	Handling Units abbilden können <ul style="list-style-type: none"> • POLS fordert HUs • Bewegungen abbilden • Veränderungen erfassen
Nachvollziehbarkeit gewährleisten <ul style="list-style-type: none"> • Grundsatz der Klarheit • Trennung organisatorischer Einheiten • Syntax für eine hochwertige Notation 	Erlernbarkeit gewährleisten <ul style="list-style-type: none"> • Grundsatz der Richtigkeit • Arbeitsphysiologie • Vorgehensmodell • Beispiele 	Trennung Material- und Informationsfluss <ul style="list-style-type: none"> • systeminterne Prozesse (Findungen, Wellenmanagement) • Schnittstellen zu anderen Systemen • Interaktion mit Materialfluss (Belege, Quittungen) • administrative Prozesse 	Flächen abbilden können <ul style="list-style-type: none"> • Lagertyp • Lagerbereich • Lagerplatz 	Flächen unterscheiden können <ul style="list-style-type: none"> • Lager • Arbeitsplatz • Bereitstellungszone

Abbildung 7-1: Anforderungen aus dem Informationsbedarf von SAP EWM

In EWM werden die Lagerungsprozesse für den Wareneingang, interne Warenbewegungen und Warenausgang über POLS und LOLS abgebildet (3.3.2). Die Notation muss aus diesem Grund in der Lage sein, Prozesse abbilden zu können.

Die POLS nutzt die ILPS, um den Lagerungsprozess darzustellen. Bei diesen handelt es sich um standardisierte Prozessschritte, die miteinander verbunden werden (3.3.2). Um den Lagerungsprozess darzustellen, muss die Notation einzelne Prozessschritte eines Prozesses abbilden können.

Die POLS und LOLS bestehen aus über elf Prozessschritten, wobei die LZL bereits eine Vielzahl von Prozessschritten zusammenfasst (3.3.2). Hinzu kommen Prozessschritte im Informationsfluss, sodass über zwanzig Prozessschritte möglich sind (3.3). Nach den Grundsätzen aus der Arbeitsphysiologie sollte ein Anwender nicht zwischen mehr als neun Symbolen unterscheiden, wobei es sich hierbei bereits um die Maximalgrenze handelt (A.7.1). Indem mehrere Prozessschritte gruppiert und unterschiedlich visualisiert werden, können mehr als neun Prozessschritte eingesetzt werden, da dies eine bessere Übersichtlichkeit und Verständlichkeit schafft. Um eine Fülle an Prozessschritten darstellen zu können, muss die Notation die Möglichkeit bieten, diese visuell zu unterscheiden.

Die Optimierung des Ressourceneinsatzes ist in SAP verankert (3.3.4). Ressourcen bezeichnen im EWM-Umfeld all das, was zur Erfüllung von Lageraufträgen eingesetzt werden kann. Hierunter fallen Mitarbeiter, Fördermittel und Arbeitsmittel. Die Ressourcen, die ähnliche Eigenschaften aufweisen, werden in einer Ressourcengruppe zusammengefasst. Sobald offene Lageraufträge bestehen, werden diese in Queues organisiert. Die Queues stellen einen Pool dar, aus dem die Lageraufträge den Ressourcengruppen zugeordnet werden (3.3.4). Ergebnis dieser Zuordnung ist, dass für jeden Lagerauftrag die Ressourcen zugeordnet sind. Um für jeden Lagerauftrag und damit für die

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

durchzuführenden Prozessschritte die Ressourcen darstellen zu können, muss die Notation die Möglichkeit bieten, Ressourcen mit einzubeziehen und diese den Prozessschritten zuzuweisen.

Die Bewegung von Materialien entlang der Prozesse erfolgt in EWM mit Hilfe von HUs. Diese bezeichnen Material, das sich in oder auf einem Packmittel befindet (3.3.2). Veränderungen am Material oder dem Packmittel können nur betrachtet werden, wenn die HUs dargestellt werden. Aus diesen Gründen muss die Notation HUs einbeziehen. HU ist die konkrete Bezeichnung in EWM. Für die Notationen gilt, dass diese das zu bewegende Material und die Packmittel betrachten müssen.

Der Grundsatz der Klarheit besagt, dass ein hochwertiges Modell die Lesbarkeit, Anschaulichkeit und Verständlichkeit gewährleistet. Unter diesen Grundsatz fallen Aspekte, wie die Filterung zwischen wichtigen und unwichtigen Informationen und die grafische Gestaltung des Modells (4.2). Der Grundsatz der Richtigkeit besteht aus der semantischen und syntaktischen Richtigkeit. Um die syntaktische Richtigkeit eines Modells nachzuweisen, sind die Regeln der Modellierungsmethode zu erfüllen (4.2). Für die Modellierungsmethoden bedeutet dies, dass eine Syntax von hoher Relevanz für die Richtigkeit des Modells sein wird. Die Anforderung ist, durch eine Syntax und die Einhaltung der Klarheit, die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Die Anforderung bezieht sich in diesem Fall nicht nur auf die Notation, sondern auf die gesamte Modellierungsmethode.

Der Grundsatz der Richtigkeit ist für die nächste Anforderung, die Erlernbarkeit, von Relevanz. Um eine Modellierungsmethode erlernen zu können, ist eine Syntax Grundvoraussetzung. Die Syntax bietet die Zeichen, Symbole und Regeln (4.2). Die Anzahl der Symbole und Zeichen der Notation der Modellierungsmethode sollte nicht zu groß sein, da sonst eine Überforderung des Modellierers droht. Die Anzahl sollte laut Arbeitsphysiologie auf neun Zeichen reduziert sein (A.7.1). Für die Qualität des Modells kann es von Vorteil sein, wenn ein Vorgehensmodell existiert (4.2). Durch dieses kann ein standardisiertes Vorgehen in kürzerer Zeit erlernt werden. Hilfreich sind Beispiele, die das Vorgehen exemplarisch untermauern. All diese Punkte werden unter der Anforderung der Erlernbarkeit zusammengefasst. Diese Anforderung bezieht sich ebenfalls auf die gesamte Modellierungsmethode.

Für die Trennung des Informations- und Materialflusses gibt es mehrere Gründe. Der Informationsfluss muss eigenständig darstellbar sein, da dieser wegen der Orientierung an EWM sehr umfassend werden kann. Zum Informationsfluss gehören systeminterne Vorgänge, wie Findungen und das Ressourcenmanagement (3.3). Hinzu kommt die Interaktion zwischen den Flüssen über Belege und Quittungen. Ein weiterer Aspekt ist die Darstellung externer Systeme. Durch eine Trennung der Flüsse kann der Informationsfluss und die Interaktion der Flüsse detaillierter erfasst werden.

Die Organisationsstruktur in EWM, bestehend aus Lagernummern, -typen, -bereichen und -plätzen, stellt das Grundgerüst für die Abbildung der Prozesse dar (3.3.1). Durch diese werden Flächen definiert und systemseitig abgebildet. Aus diesem Grund sollte die Notationen Flächen darstellen können.

Die definierten Flächen sind für unterschiedliche Funktionen angedacht. Eine Fläche kann als Lager, Puffer, Bereitstellungszone oder als Arbeitsplatz dienen (3.3.1). Die Notation sollte die Unterscheidung der Flächen nach deren Funktion gewährleisten.

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Die Anforderungsermittlung liefert als Ergebnis insgesamt folgende Anforderungen:

1. Die Notation ermöglicht die effiziente Abbildung komplizierter Prozesse im Zusammenhang zum Gesamtprozess.
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.
3. Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung verschiedenartiger, eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Ressourcen zu Prozessschritten oder Prozessen.
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Units bzw. Produkte zu Prozessschritten oder Prozessen.
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht, die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.
8. Die Notation ermöglicht die differenzierte Darstellung des Informations- und Materialflusses sowie deren Einflussnahme aufeinander.
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.

7.1.2 Anforderungsanalyse

Zu Beginn der Analyse werden die Anforderungen in die Klassen funktional und nicht-funktional eingeteilt (6.1). Die funktionalen Anforderungen sind 1,2,3,4,5,8,9 und 10, da diese sich tatsächlich auf die zur Verfügung gestellten Funktionen, Bestandteile oder Leistungen der Notation beziehen. Die weiteren Anforderungen 6 und 7 sind nicht funktional.

Die klassifizierten Anforderungen werden verifiziert und validiert. Bei der Verifikation werden die Qualitätskriterien genutzt. Diese werden zum Teil aus dem Standard des IEEE und zum Teil aus aktueller Literatur ausgewählt. Genutzt werden zur Bewertung die Kriterien: Korrektheit, Eindeutigkeit, Vollständigkeit, Konsistenz, Sortierbarkeit nach Relevanz, Nachprüfbarkeit und Realisierbarkeit (6.2). Jede der Anforderungen wird mit den Qualitätskriterien überprüft. Die Ergebnisse der Verifikation werden in einer Tabelle zusammengefasst (Tabelle 7-1).

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Kriterium	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Korrektheit	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Eindeutigkeit		✗	✗		✗	✗	✗		✗	✗
Vollständigkeit	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Konsistenz	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Sortierbarkeit										
Nachprüfbar										
Realisierbar	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Tabelle 7-1: Bewertung anhand von Qualitätskriterien

Die Ergebnisse der Verifikation zeigen, dass die Kriterien Korrektheit, Vollständigkeit, Konsistenz und Realisierbarkeit erfüllt wurden. Die Korrektheit der Anforderungen wird bestätigt, indem die Begriffe auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Bei keiner der Anforderungen konnten dabei Unstimmigkeiten festgestellt werden. Die Vollständigkeit bezieht sich auf die Anforderungen in sich. Es wurde überprüft, ob die Anforderungen noch Inhalte zur Vervollständigung benötigen. Dabei konnten keine Mängel im Hinblick auf die Vollständigkeit festgestellt werden. Außerdem konnten keinerlei Konflikte innerhalb einer Anforderung, zwischen den Anforderungen oder zu übergeordneten Dokumenten festgestellt werden. Die Anforderungen sind als konsistent zu bezeichnen. Die Realisierbarkeit konnte für jede Anforderung bestätigt werden, da für jede Anforderung eine Notation gefunden wurde, die diese erfüllt.

Die Kriterien Eindeutigkeit, Sortierbarkeit nach Relevanz und Nachprüfbarkeit wiesen Mängel auf. Bei den Kriterien Sortierbarkeit nach Relevanz und Nachprüfbarkeit sind keine Maßnahmen zu ergreifen. Bei der Anforderungsbeschreibung werden Tätigkeiten vorgenommen, die diese Anforderungen erfüllen sollen. Eine Überprüfung kann in der Anforderungsrevision stattfinden. Die Mängel an dem Qualitätskriterium der Eindeutigkeit sind kritisch zu sehen. Bei den Anforderungen eins, vier, und acht konnten Begriffe festgestellt werden, die einer Anpassung bedürfen. Folgerichtig wird die Überarbeitung der betroffenen Anforderungen durchgeführt, indem die kritischen Begriffe markiert und anschließend angepasst werden. Die Anforderung „Die Notation ermöglicht die **effiziente** Abbildung **komplizierter** Prozesse im Zusammenhang zum Gesamtprozess.“ liefert zwei kritische Begrifflichkeiten. Diese sind zu allgemein verfasst, sodass eine genauere Definition notwendig ist. Mit Effizienz ist hier der Zusammenhang von Einsatzzeit zu Ergebnis gemeint. Der Begriff effiziente wird durch ökonomische ersetzt, da ökonomisch laut Definition „mit möglichst großem Nutzen bei möglichst geringem Einsatz oder Verbrauch“ bedeutet (Dudenredaktion, 2018). Die zweite Änderung betrifft den Begriff kompliziert. Hierbei ist zur Verbesserung der Eindeutigkeit zu erläutern, weshalb die Prozesse als kompliziert bezeichnet werden. Kompliziert meint in diesem Zusammenhang Prozesse, die durch Entscheidungen, Verzweigungen und Zusammenführungen geprägt sind, sodass Teile des Prozesses sequentiell, andere Teile parallel ablaufen. Die angepasste Anforderung lautet „Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.“ Die weiteren Anforderungen lauten nach der Korrektur der Begriffe:

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.

Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.

Im Anschluss an die Verifikation folgt die Validierung. Bei der Validierung wird überprüft, ob die Anforderungen inhaltlich das darstellen, wofür diese ursprünglich angedacht waren (6.3). Dabei wurden die Anforderungen dem ursprünglichen Gedanken entgegengestellt. Ergebnis der Validierung ist die Bestätigung der Anforderungen in der derzeitigen Form. Eine weitere Validierung wird in der Anforderungsrevision stattfinden. Zum Abschluss der Anforderungsanalyse ergeben sich zehn Anforderungen, wovon acht funktional und zwei nicht-funktional sind (Abbildung A - 10).

7.1.3 Anforderungsbeschreibung

Die Anforderungsbeschreibung umfasst die Gruppierung der Anforderungen, die Priorisierung und die Beschreibung anhand verschiedener Merkmale (6.3). Die Menge an Anforderungen ist übersichtlich und diese sind auf einer sehr hohen Ebene definiert. Deshalb wird auf eine Gruppierung verzichtet.

Die Priorisierung wird mit Hilfe eines Prioritätenvergleichs durchgeführt (A.4). Dabei werden jeweils zwei Anforderungen gegenübergestellt. Sofern eine Anforderung von höherer Relevanz ist, erhält diese zwei Punkte. Die jeweils andere Anforderung erhält null Punkte. Bei gleicher Relevanz erhalten beide Anforderungen einen Punkt. Anhand der Punkte werden die Anforderungen in eine Reihenfolge gebracht. Das Ergebnis des Prioritätenvergleichs wird in einer Tabelle dargestellt (Tabelle 7-2).

Anforderungen	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Summe	Rang
1.		2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	1
2.	0		2	2	2	2	2	2	2	2	16	2
3.	0	0		0	0	2	2	0	0	0	4	8
4.	0	0	2		1	2	2	1	1	1	10	4
5.	0	0	2	1		2	2	1	1	1	10	4
6.	0	0	0	0	0		1	0	0	0	1	9
7.	0	0	0	0	0	1		0	0	0	1	9
8.	0	0	2	1	1	2	2		2	2	12	3
9.	0	0	2	1	1	2	2	0		2	10	4
10.	0	0	2	1	1	2	2	0	0		8	7

Tabelle 7-2: Prioritätenvergleich

Für jeden Vergleich wurde eine Tabelle erstellt, welche die beiden Anforderungen, die Bewertung und eine Begründung enthält. Die Tabellen für alle Vergleiche finden sich im Anhang (A.5.2).

Das Ergebnis des Paarvergleichs ist die Rangfolge der Anforderungen:

1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

3. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.

4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.

4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.

4. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.

7. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.

8. Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.

9. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.

9. Die Modellierungsmethode ermöglicht, die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.

Auf Basis der Ergebnisse der Priorisierung werden die Anforderungen in die Muss-, Soll- und Kann-Priorität eingeteilt. Muss-Anforderungen müssen für ein zufriedenstellendes Ergebnis erfüllt werden. Hierzu zählen die ersten beiden Anforderungen. Die Erfüllung von Soll-Anforderungen geht mit einer erheblichen Steigerung der Zufriedenheit einher. Unter diese Kategorie fallen die nächsten drei Anforderungen. Die Anforderung, die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen, ließe sich auf Grundlage der Bewertung entweder als Soll- oder Kann-Anforderung einordnen. Hierbei wurde entschieden, die Anforderung als Soll-Anforderung zu betrachten. Die letzten beiden Anforderungen werden als Kann-Anforderungen eingeordnet, da deren Erfüllung über die Notation hinausgeht und sich auf die gesamte Modellierungsmethode bezieht. Die Erfüllung liefert einen Mehrwert, steht jedoch nicht im Fokus der Entwicklung.

Für die weitere Beschreibung wird die eingekürzte Volere-Karte mit den Merkmalen ID der Anforderung, Typ der Anforderung, Beschreibung, geeignetes Kriterium zur Bewertung der Erfüllung, Konflikte und Priorität genutzt (A.5.3). Für jede Anforderung wird eine Volere-Karte erstellt, die alle Informationen beinhaltet. Die ID ist eine Nummerierung, die eine Anforderung eindeutig kennzeichnet. Der Typ unterscheidet zwischen funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen. Die Priorität wird in Muss-, Soll- und Kann-Priorität angegeben. Die Bezeichnung beinhaltet die Anforderung. Die Bezeichnung wird in der Beschreibung detaillierter ausgeführt. Die Kriterien der Erfüllung geben alle Kriterien pro Anforderung an, die überprüft werden müssen, um die Erfüllung bzw. nicht Erfüllung zu bewerten. Zuletzt können Konflikte angegeben werden, die zwischen Anforderungen bestehen.

Mit Fertigstellung der Volere-Karten endet die Phase der Anforderungsbeschreibung. Die Anforderungen wurden mit Hilfe der Prioritätenanalyse priorisiert und über die Volere-Karte

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

vollständig beschrieben. Das Ergebnis der Anforderungsbeschreibung sind zehn Volere-Karten, die alle Informationen über die Anforderungen beinhalten (A.5.3).

7.1.4 Anforderungsrevision

In der Anforderungsrevision wird eine Verifikation und Validierung durchgeführt. Die Prüfung findet nicht nur an der Bezeichnung, sondern ebenfalls an der Anforderungsbeschreibung statt. Bei der Verifikation wird auf die Qualitätskriterien zurückgegriffen (6.2). Die Ergebnisse der Verifikation wurden in Form einer Tabelle zusammengefasst (Tabelle 7-3). Im Gegensatz zur Analyse konnten bei der Verifikation in der Anforderungsrevision keine Mängel festgestellt werden. Das Kriterium der Korrektheit konnte bestätigt werden, indem die Begrifflichkeiten auf ihre Richtigkeit überprüft wurden. Die Eindeutigkeit wurde ohne Korrektur bestätigt. Die einzelnen Bezeichnungen der Anforderungen wurden in der Analyse als eindeutig gekennzeichnet. Die Eindeutigkeit konnte durch die Beschreibung bestätigt werden. Bei der Prüfung der Vollständigkeit wurde jede Anforderung geprüft, ob diese in sich offene Fragen hat. Hierbei wurde kein Mangel festgestellt. Die Konsistenz der Anforderungen wurde geprüft und bestätigt. Die beiden Qualitätskriterien Sortierbarkeit nach Relevanz und Nachprüfbarkeit wurden in der Anforderungsanalyse als Mangel bezeichnet. Beide Kriterien konnten durch die Anforderungsbeschreibung erfüllt werden. Die Relevanz wurde mit der Prioritätenanalyse festgestellt. Das Ergebnis wurde in Form einer Reihenfolge und der Einteilung in Muss-, Soll- und Kann-Priorität festgehalten (7.1.3). Die Nachprüfbarkeit ist erfüllt, da bei der Anforderungsbeschreibung für jede Anforderung Kriterien zur Prüfung der Erfüllung festgelegt wurden. Die Realisierbarkeit konnte bereits in der Anforderungsanalyse festgestellt werden (7.1.2).

Kriterium	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Korrektheit	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Eindeutigkeit	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Vollständigkeit	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Konsistenz	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Sortierbarkeit	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Nachprüfbar	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Realisierbar	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Tabelle 7-3: Verifikation anhand der Qualitätskriterien

Abschließend wird eine Validierung durchgeführt. Dabei ist zu prüfen, inwiefern die Anforderungen inhaltlich das wiedergeben, was ursprünglich vorgesehen war. Die Anforderungen und deren Beschreibung könnten bestätigt werden. Die Revision ist abgeschlossen. Die Volere-Karten dienen für den weiteren Verlauf als Grundlage (A.5.3).

7.2 Analyse der Modellierungsmethoden

In diesem Abschnitt wird die Analyse der Modellierungsmethoden vorgenommen. Der Hauptaspekt sind dabei die Notationen, auf die der Großteil der Anforderungen entfällt. Ausgangsbasis für die Analyse sind die Anforderungen und deren Kriterien zur Überprüfung der Erfüllung. Jede

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Modellierungsmethode wird einzeln betrachtet und durchläuft den gleichen Ablauf. Dabei wird jede Methode mit jeder Anforderung und den Kriterien abgeglichen. Für jedes Kriterium ist zu klären, ob die Methode dieses voll, teilweise oder nicht erfüllt. Falls eine Methode das Kriterium voll oder teilweise erfüllen kann, wird erläutert, wie und mit Hilfe welcher Bestandteile der Methode dies möglich war. Sofern das Kriterium nicht erfüllt werden kann, wird eine Begründung dafür gegeben. Wenn alle Kriterien voll oder teilweise erfüllt werden konnten, gilt die Anforderung als erfüllt. Wenn der Großteil der Kriterien erfüllt ist, dann wird die Anforderung als größtenteils erfüllt angesehen. Falls jedoch der Großteil der Kriterien nicht erfüllt ist, gilt die Anforderung als nicht erfüllt. Abschließend wird festgestellt, ob die Methode und die Notation sich als Grundgerüst für eine Notation zur EWM-spezifischen Prozessabbildung eignen.

Die erste Notation, an welcher der Ablauf durchgeführt wird, ist die der WA. Beim ersten Ablauf wird das Vorgehen sehr detailliert beschrieben (7.2.1). Jede Anforderung und die Kriterien werden vorgestellt. Bei der Überprüfung wird jedes Kriterium einzeln betrachtet, bewertet und erläutert. Ab dem zweiten Ablauf wird die gleiche Vorgehensweise durchgeführt. Jedoch wird ab diesem Punkt eine reduzierte Darstellung gewählt, um keine Wiederholung zu erzeugen. Die Anforderungen und die Kriterien werden nicht mehr einzeln vorgestellt. Bei absoluter Ähnlichkeit der Bewertung von Kriterien bei unterschiedlichen Notationen, wird auf die andere Notation verwiesen.

7.2.1 Notation der Wertstromanalyse

Für die erste Anforderung, die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses, sind die Kriterien, Schnittstellen zum Gesamtprozess darstellen können, sequentiellen Ablauf darstellen können, parallelen Ablauf darstellen können, Verzweigungen & Zusammenführungen darstellen können und Entscheidungen darstellen können, zu überprüfen (A.5.3).

Mit Hilfe der WA lassen sich die Schnittstellen des Prozesses abbilden. Hierfür werden zwei Grundelemente genutzt (5.1.6). Für die Schnittstellen zum Gesamtprozess können mehrere Kunden bzw. Lieferanten angegeben werden. Zudem können Informationen und Parameter über Datenkästen dargestellt werden. Die Schnittstellen ermöglichen die Einordnung des Prozesses und die Darstellung der Verbindungen zum Gesamtprozess. Das Kriterium ist erfüllt.

Mit der Notation kann ein sequentieller Ablauf dargestellt werden. Der Übergang zwischen den Prozessschritten wird mit den Symbolen aus dem Grundelement Materialfluss näher gekennzeichnet. So können mehrere Prozessschritte hintereinander angeordnet und verbunden werden (5.1.6). Das Kriterium ist erfüllt.

Ein paralleler Ablauf ist darstellbar. Hierfür wird die Verzweigung aus dem Grundelement Materialfluss genutzt, die den Materialfluss aufspaltet (5.1.6). Das Kriterium ist erfüllt.

Verzweigungen und Zusammenführungen können grundsätzlich mit der Notation dargestellt werden (5.1.6). Verzweigungen werden über das Element Verzweigung umgesetzt. Zusammenführungen werden nicht extra dargestellt, sondern die Materialflüsse laufen an einem Prozessschritt wieder zusammen. Da Zusammenführungen nicht explizit dargestellt werden können und Möglichkeiten zur Anbringung von Informationen fehlen, wird das Kriterium als teilweise erfüllt bewertet.

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Das letzte Kriterium zeigt einen negativen Aspekt der WA auf. Es können keine Entscheidungen oder Bedingungen angegeben werden (5.1.6). Diese sind notwendig, um Prozesse EWM-gerecht abbilden zu können. Das Kriterium ist nicht erfüllt.

Die erste Anforderung wird als größtenteils erfüllt angesehen, da wichtige Kriterien durch die Notation der WA erfüllt werden konnten.

Für die zweite Anforderung, die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte, sind die Kriterien, Prozessschritte in den Prozess einordnen können, Prozessschritte zueinander in Beziehung setzen können, Bezeichnung der Prozessschritte angeben können und Informationen zu den Prozessschritten angeben können, zu überprüfen (A.5.3).

Mit der WA lassen sich einzelne Prozessschritte in Form von Produktionsprozessen darstellen (5.1.6). Die Prozessschritte können in den Prozess eingeordnet werden, indem diese vor-, nach- oder nebeneinander angeordnet werden. Das Kriterium ist erfüllt.

Die relativ zueinander angeordneten Prozessschritte können über die Symbole des Materialflusses in Beziehung gesetzt werden (5.1.6). Über diese Symbole können Informationen über die Verbindung von Prozessschritten gegeben werden. Folgerichtig gilt das Kriterium als erfüllt.

Für jeden Prozessschritt lässt sich eine Bezeichnung angeben (5.1.6). Aufgrund der Bezeichnung lassen sich die Prozessschritte unterscheiden. Das Kriterium ist ebenfalls erfüllt.

Neben der Bezeichnung können bei der Wertstrommethode weitere Informationen pro Prozessschritt dargestellt werden. Über Datenkästen lassen sich die Informationen den Prozessschritten zuordnen (5.1.6). Die Datenkästen ermöglichen die Erfüllung dieses Kriteriums.

Über alle Kriterien hinweg kann die zweite Anforderung als erfüllt angesehen werden, da jedes einzelne Kriterium durch die Notation der WA positiv bewertet worden ist.

Für die dritte Anforderung, mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sind die Kriterien, der Informationsfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden, der Materialfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden, der Einfluss der Flüsse aufeinander lässt sich über Symbole darstellen und Informations- und Materialfluss sind räumlich getrennt, zu prüfen (A.5.3).

Der Informations- und Materialfluss stellen in der WA jeweils ein Grundelement dar. Beide sind über eigene Symbole darstellbar (5.1.6). Die Kriterien sind erfüllt.

Die Interaktion zwischen den Flüssen lässt sich mit Pfeilen darstellen. Im Fokus steht dabei der Einfluss des Informationsflusses auf den Materialfluss (5.1.6). Das Kriterium gilt als erfüllt.

Der Informations- und Materialfluss sind bei der WA räumlich getrennt (5.1.6). Die Trennung wird nicht eindeutig visualisiert, sondern es besteht ein fließender Übergang. Das Kriterium wird als teilweise erfüllt bewertet.

Die dritte Anforderung wird durch die Notation der WA erfüllt, da alle Kriterien erfüllt oder teilweise erfüllt sind.

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Für die vierte Anforderung, die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen, sind die Kriterien, Bezeichnung der Ressourcen möglich, Informationen zu den Ressourcen angeben können, Zuordnung der Ressourcen zu den Prozessschritten möglich und unterschiedliche Arten von Ressourcen unterscheiden können, zu überprüfen (A.5.3).

Bei der WA können Ressourcen eingetragen werden, die Anwendung finden. Das Kriterium ist erfüllt.

Die Ressourcen können bezeichnet werden. Es können kurze Informationen mit in diese Bezeichnung aufgenommen werden. Es ist möglich, die Anzahl der Mitarbeiter anzugeben oder auch die Tragkraft eines Staplers mit in die Bezeichnung aufzunehmen. Eine große Menge an Informationen kann nicht eingetragen werden. Das Kriterium gilt als teilweise erfüllt.

Für jeden Prozessschritt lassen sich die Ressourcen zuordnen. Sowohl die Anzahl der eingesetzten Mitarbeiter als auch die weiteren genutzten Ressourcen können pro Schritt eingetragen werden (5.1.6). Das Kriterium ist erfüllt.

Es können unterschiedliche Arten von Ressourcen angegeben werden. Die Unterscheidung zwischen Mitarbeiter und weiteren Ressourcen ist dort verankert (5.1.6). Weitere Ressourcen können über die Bezeichnung unterschieden werden. Das Kriterium ist erfüllt.

Die vierte Anforderung gilt als erfüllt, da die Kriterien alle voll oder teilweise erfüllt werden konnten.

Für die fünfte Anforderung, die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen, sind folgende Kriterien zu überprüfen: Bezeichnung der Handling Units möglich, Informationen zu den Handling Units angeben können, Zuordnung der Handling Units zu den Prozessschritten und unterschiedliche Arten von Handling Units unterscheiden können (A.5.3).

Zu dieser Anforderung wird festgehalten, dass die WA nicht viele Möglichkeiten bietet, die Handling Unit zu beschreiben. Lediglich einige Transportmittel lassen sich durch Symbole genauer festhalten (5.1.6). Für die einzelnen Handling Units lässt sich weder eine Bezeichnung, eine Art, noch weitere Informationen angeben. Die Zuordnung zu einzelnen Prozessschritten ist nicht möglich. Die fünfte Anforderung gilt als nicht erfüllt.

Für die sechste Anforderung, die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen, sind folgende Kriterien zu überprüfen: Flächen können visuell dargestellt werden, Flächen können mit einem Namen bezeichnet werden und Prozessschritte können den Flächen eindeutig zugeordnet werden (A.5.3).

Für die siebte Anforderung, die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität, sind die Kriterien, Flächen lassen sich nach Funktionalitäten unterscheiden und Flächen lassen sich visuell nach Funktionalitäten unterscheiden, zu prüfen (A.5.3).

Die Notation der WA bietet keine Möglichkeit Flächen darzustellen. Beide Anforderungen sind nicht erfüllt.

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Für die achte Anforderung, die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen, werden die Kriterien, es existieren verschiedene Prozessschritte, die Prozessschritte werden nach ihrer Funktion unterschieden, es bestehen mehrere Gruppen an Prozessschritten, die Prozessschritte können eindeutig den Gruppen zugeordnet werden und an den Symbolen sind die unterschiedlichen Gruppen visuell erkenntlich, geprüft (A.5.3).

Die Notation der WA unterscheidet die Prozessschritte, die dort Produktionsprozesse genannt werden, in drei Symbole. Wenn ein Prozessschritt extern abläuft oder ein Prozessschritt von mehreren Flüssen gemeinsam genutzt wird, werden diese visuell nach der Form unterschieden (5.1.6). Das erste Kriterium kann als erfüllt, das zweite Kriterium als teilweise erfüllt angesehen werden.

Eine tiefere Unterscheidung von Prozessschritten existiert nicht. Die Prozessschritte werden weder detaillierter nach Funktion unterschieden, noch in Gruppen eingeteilt. Somit kann keine visuelle Unterscheidung der Gruppen bestehen. Alle weiteren Kriterien gelten als nicht erfüllt.

Die achte Anforderung gilt als nicht erfüllt, da viele der Kriterien nicht erfüllt werden konnten.

Für die neunte Anforderung, die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden, sind die Kriterien, die Anzahl der Symbole ist auf neun begrenzt, es existiert ein Vorgehensmodell für die Modellierung mit Hilfe der Notation, es existieren Standards über den Aufbau, die Gruppierung, Bedeutung und Verwendung der Symbole und es existieren umfangreiche Beispiele für den Einsatz der Notation, zu überprüfen (A.5.3).

Die Notation der WA ist in fünf Grundelemente zerlegt. Diese Grundelemente werden durch mehrere Symbole abgebildet (5.1.6). Insgesamt lässt sich sagen, dass weder die Anzahl der Grundelemente, noch die Anzahl der Symbole pro Grundelement, die Informationsaufnahmefähigkeit eines Mitarbeiters übersteigt (A.7.1). Das Kriterium ist erfüllt.

Ein Vorgehensmodell, welches die Schritte für die Erstellung eines Modells anhand der Notation vorgibt, existiert in der Form nicht. Es gibt jedoch eine standardisierte Vorgehensweise für die gesamte Methode, in der die Wertstromaufnahme durch die Notation mit inbegriffen ist (5.1.3). Aus diesem Grund wird das Kriterium als erfüllt angesehen.

Der Aufbau eines Wertstroms und die Symbole der Notation sind standardisiert. Jeder Wertstrom ist visuell gleich aufgebaut. Der Kunde befindet sich links oben, der Lieferant rechts oben, der Informationsfluss mittig oben und die Produktionsprozesse darunter (5.1.6). Das Kriterium ist erfüllt, da die WA einen durchgängigen Standard bietet.

Die WA ist eine verbreitete Methode zur Aufdeckung der Verschwendung in der Produktion. Es existieren in der Literatur Beispiele für den Einsatz. Das Kriterium ist erfüllt.

Die neunte Anforderung ist erfüllt, da alle Kriterien erfüllt sind.

Für die zehnte Anforderung, die Modellierungsmethode ermöglicht, die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden, sind die Kriterien, Entscheidungen sind nachvollziehbar dargestellt, die Kreuzung von Linien und Symbolen wird verhindert, die Unterteilung

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

in verschiedene Funktionsbereiche (bspw. Informationsfluss und Materialfluss) ist möglich, der Aufbau der Symbole ist standardisiert und die Symbole ermöglichen die Informationen übersichtlich darzustellen, zu prüfen (A.5.3).

Die Entscheidungen über Verläufe des Materialflusses können mit der Notation nicht abgebildet werden. Es gibt keine Möglichkeit, Entscheidungen oder Bedingungen bei Verzweigungen oder Zusammenführungen darzustellen (5.1.6). Das Kriterium ist somit nicht erfüllt.

Die Darstellungsform ist übersichtlich. Der Großteil der Pfeile, vor allem im Materialfluss, überschneidet sich nicht. Der Informationsfluss kann bei komplexen Zusammenhängen unübersichtlich erscheinen (5.1.6). Das Kriterium wird als erfüllt bewertet.

Der Wertstrom ist in die Bereiche Kunde, Lieferant, Informationsfluss und Steuerung, Materialfluss und Prozesse und Zeiten zerlegt (5.1.6). Visuell ist diese Trennung nicht eindeutig dargestellt. Eine Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche ist nicht möglich. Das Kriterium ist nicht erfüllt.

Die Kriterien an die Symbole der Notation sind beide positiv zu bewerten. Die Symbole sind standardisiert und ermöglichen, Informationen übersichtlich und nachvollziehbar abzubilden.

Die Anforderung ist nicht erfüllt, da zwei wichtige Kriterien nicht erfüllt werden konnten.

Das Ergebnis der Analyse der WA wurde in einer Abbildung zusammengefasst (Abbildung A - 68).

7.2.2 Notation der logistikorientierten Wertstromanalyse

Die erste Anforderung kann von der Notation der LWA teilweise erfüllt werden. Wie bei der WA zuvor können die ersten vier Kriterien erfüllt werden (7.2.1). Problematisch ist die Darstellung von Entscheidungen. Die Notation der LWA bietet keine Möglichkeit, bei Verzweigungen und Zusammenführungen, Bedingungen oder Entscheidungen mit einfließen zu lassen. Daher gilt die Anforderung, [...] Abbildung verzweigter Prozesse [...], nur als teilweise erfüllt.

Für die zweite Anforderung, [...] Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte, kann die Bewertung der WA herangezogen werden (7.2.1). Bei der Notation der LWA lassen sich sogar mehr Informationen angeben, da auch logistische Prozesse detaillierter betrachtet werden (7.2.2).

Bei der dritten Anforderung kann vollumfänglich auf die Bewertung aus der WA verwiesen werden (7.2.1). Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die Notation der LWA die Anforderung, [...] Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt [...], erfüllt.

Für die vierte Anforderung gilt, dass die LWA die gleichen Möglichkeiten bietet wie die WA (7.2.1). Dabei bietet die Notation der LWA den Vorteil, dass die Ressourcen in Datenkästen angegeben werden, sodass mehr Informationen dargestellt werden können (7.2.2). Aus diesen Gründen wird die dritte Anforderung, [...] Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten [...], als erfüllt bewertet.

Die fünfte Anforderung stellt die gleichen Kriterien zur Erfüllung wie die vierte Anforderung, jedoch in Bezug auf Handling Units. Die LWA eröffnet die Möglichkeit, zu den Prozessschritten die Produkte

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

und dazugehörige Informationen im Datenkasten anzugeben (7.2.2). Die Produkte stellen nicht eins zu eins die Handling Units dar, trotzdem bietet die Methode hier die Chance, die handzuhabenden Produkte aufzuzeigen. Die Anforderung gilt insgesamt als teilweise erfüllt. Zwar können die Handling Units nicht in der Form angegeben werden, wie diese in EWM genutzt werden, jedoch ist die Möglichkeit zur Darstellung der handzuhabenden Produkte schon ein positiver Aspekt.

Die LWA ermöglicht, Flächen mit einzubeziehen. Die Flächen können visuell dargestellt, bezeichnet und einzelnen Prozessschritten zugeordnet werden. Somit ist genau erkennlich, welche Prozessschritte auf welchen Flächen ablaufen (7.2.2). Damit erfüllt die LWA die sechste Anforderung, [...] visuelle Darstellung von Flächen.

Eine Unterscheidung der Flächen hinsichtlich Funktion ist jedoch nicht möglich. Die siebte Anforderung, [...] visuelle Differenzierung von Flächen [...], ist nicht erfüllt.

Die achte Anforderung „Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.“ kann von der LWA nicht erfüllt werden. Der Grund dafür ist, dass unterschiedliche Prozessschritte existieren, die nach Funktionen unterschieden werden (7.2.2). Jedoch sind diese nicht in Gruppen eingeteilt und visuell nicht zu unterscheiden.

Hinsichtlich der neunten Anforderung sind die beiden Wertstromanalysen gleich. Daher kann die Anforderung, [...] Standardisierung und Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden, für die LWA als erfüllt angesehen werden.

Das gleiche gilt für die zehnte Anforderung. Die Entscheidungen lassen sich nicht nachvollziehbar abbilden, da keine Entscheidungen einbezogen werden können (7.2.2). Zudem besteht nicht die Möglichkeit, visuell eine Unterteilung vorzunehmen. Aus diesen Gründen kann die Anforderung, [...] Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden, nicht erfüllt werden.

Das Gesamtergebnis der LWA wird in einer Abbildung zusammengefasst (Abbildung A - 69).

7.2.3 Notation des Business Process Model and Notation

Die Notation des BPMN kann die erste Anforderung, [...] Abbildung verzweigter Prozesse [...], erfüllen. Sowohl sequentielle als auch parallele Abläufe lassen sich über die Sequenzflüsse darstellen. Für parallele Abläufe werden die Gateways genutzt, um einen Prozess in Sequenzflüsse zu verzweigen. Diese können an anderer Stelle zusammenlaufen oder über Gateways zusammengeführt werden. Die Gateways ermöglichen die Darstellung von Entscheidungen. Die Darstellung von Schnittstellen ist eingeschränkt möglich. Zum einen können am Anfang und Ende eines Prozesses Ereignisse dargestellt werden. Diese zeigen auf, welche Reaktion den Prozess ausgelöst hat und welche aus dem Prozess folgt. Zum anderen kann der Prozess in einen übergeordneten Prozess eingebettet werden (5.2.4).

Durch die Aktivitäten lassen sich die einzelnen Prozessschritte eines Ablaufs darstellen. Durch Sequenzflüsse, Ereignisse und Entscheidungen werden die Prozessschritte in Beziehung gesetzt. Jede Aktivität kann bezeichnet und mit Hilfe von Merkmalen und Typen beschrieben werden (5.2.4). Die Anforderung, [...] Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte, ist erfüllt, da alle Kriterien erfüllt oder teilweise erfüllt sind.

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Die dritte Anforderung, [...] Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt [...], kann von der Notation teilweise erfüllt werden. Für den Informations- und Materialfluss gibt es keine unterschiedlichen Symbole. Jedoch lassen sich beide Flüsse mit Aktivitäten darstellen. Die Trennung von Informations- und Materialfluss kann über die Pools mit mehreren Lanes ermöglicht werden. Eine Lane kann als Material-, eine Lane als Informationsfluss genutzt werden. Zwischen diesen wird die Interaktion mit den Nachrichtenflüssen dargestellt (5.2.4).

Sowohl die vierte Anforderung, [...] Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen [...] als auch die fünfte Anforderung, [...] Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units [...], werden nicht erfüllt. Ressourcen und HUs werden nicht betrachtet (5.2.4).

Die Darstellung von Flächen wird von der Notation nicht unterstützt. Aus diesem Grund sind die Anforderungen sechs, [...] visuelle Darstellung von Flächen und sieben, [...] visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität, nicht erfüllt.

Die achte Anforderung, [...] Gruppierung von Prozessschritten [...], wird von der Notation nicht erfüllt. Diese hat mit den vier Aktivitäten Aufgabe, Transaktion, Ereignis-Teilprozess und Aufruf-Aktivität zwar verschiedene Aktivitäten zu bieten, jedoch werden die Prozesse auf unterster Ebene immer mit Aufgaben abgebildet. Transaktionen und Ereignis-Teilprozesse werden lediglich genutzt, um Aufgaben zu gruppieren (5.2.4).

BPMN bietet Standards zu den Symbolen und deren Verwendung (5.2.4). Die Symbole sind standardisiert, beschrieben und in Gruppen eingeteilt. Die Anzahl der Symbole ist umfangreich, trotzdem sind diese aufgrund der guten Dokumentation nachvollziehbar und verständlich. Für BPM existieren Vorgehensmodelle wie der BPM-Kreislauf (5.2.3). Diese geben ein schrittweises Vorgehen für die Methode BPM an, in welche das Modellieren mit der Notation eingebettet ist. In der Literatur sind Beispiele für BPMN zu finden. BPMN erfüllt die Anforderung, [...] Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.

Entscheidungen lassen sich nachvollziehbar über Gateways darstellen. Die Kreuzung der Linien kann durch strukturierte Anordnung der Symbole verhindert werden. Mit der Möglichkeit, Prozesse mit einem Pool und Lanes zu unterteilen, bietet die Notation einen großen Vorteil (5.2.4). Die Symbole sind standardisiert und ermöglichen, Informationen darzustellen. Die Anforderung, [...] Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden, kann von BPMN erfüllt werden.

Das Gesamtergebnis der BPMN ist in einer Abbildung ersichtlich (Abbildung A - 70).

7.2.4 Notation der EPK

Mit Hilfe der Notation der EPK lassen sich sequentiell und parallel ablaufende Prozesse darstellen (5.3.4). Die Verzweigungen, Zusammenführungen und Entscheidungen im Prozess erfolgen mit Konnektoren. Die Schnittstellen des Prozesses zum übergeordneten Prozess können mit Ereignissen visualisiert werden. Die Prozesse starten und enden immer mit einem Ereignis. Dieses kann wiederum in einem anderen Prozess als Ereignis auftreten. So wird die Verbindung zwischen den Prozessen abgebildet. Die Notation erfüllt die Anforderung, [...] Abbildung verzweigter Prozesse [...].

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Die zweite Anforderung, [...] Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte, kann durch die Notation erfüllt werden. Durch die Ereignisse und Funktionen lassen sich Prozessschritte darstellen, bezeichnen und mit Informationen füllen. Die Verbindung von Prozessschritten wird durch den Kontrollfluss umgesetzt (5.3.4).

Zwischen Informations- und Materialflüssen wird bei der Notation unterschieden. Für beide Flüsse werden eigene Symbole verwendet (5.3.4). Der Materialfluss wird über Ereignisse, Funktionen und den Kontrollfluss realisiert. Der Informationsfluss wird über den Datenfluss und Informationsobjekte dargestellt. Die Flüsse werden nicht getrennt visualisiert. Die Anforderung, [...] Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt [...], ist teilweise erfüllt.

Die Ressourcen, die für einen Prozessschritt eingesetzt werden, können bedingt dargestellt werden. Die Notation ermöglicht, die Organisationseinheiten und Anwendungssysteme für Prozessschritte anzugeben (5.3.4). Weitere Ressourcen werden nicht betrachtet. Die Organisationseinheiten werden mit der Zuordnung, die Anwendungssysteme mit dem Datenfluss den Prozessschritten zugeordnet. Die Ressourcen können bezeichnet werden. Die Zugabe von Informationen ist in geringem Maße möglich. Insgesamt kann die Notation die Anforderung, [...] die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen [...], teilweise erfüllen.

Handling Units werden bei der Notation der EPK nicht betrachtet (5.3.4). Die Anforderung, [...] Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units, kann nicht erfüllt werden.

Die Notation kann die sechste und siebte Anforderung nicht erfüllen, da von der Notation keine Flächen mit einbezogen werden (5.3.4).

Die Anforderung, [...] Gruppierung von Prozessschritten [...], wird nicht erfüllt. Die Prozessschritte müssen alle über die Funktionen umgesetzt werden (5.3.4). Gruppierungen sind nicht vorhanden.

Die Menge an Symbolen ist begrenzt. Zudem sind die Symbole einfach gehalten (5.3.4). Die Notation kann schnell verstanden werden. Das ARIS-Haus bietet ein Vorgehensmodell für die Prozessmodellierung, in der die EPK Anwendung finden (5.3.3). Somit werden die Rahmenbedingungen für den Einsatz festgelegt. Die Symbole der Notation sind gruppiert, standardisiert und erläutert. Beispiele für den Einsatz sind in der Literatur häufig vertreten. Insgesamt kann die EPK die Anforderung, [...] Dokumenten über die standardisierten Symbole [...], erfüllen.

Die EPK kann die Anforderung, [...] Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden, größtenteils erfüllen. Über Konnektoren lassen sich die Entscheidungen darstellen (5.3.4). Die Symbole sind standardisiert und ermöglichen, Informationen abzubilden. Lediglich die Unterteilung der Prozesse in Funktions- oder Organisationsbereiche kann nicht umgesetzt werden.

Das Ergebnis der Analyse der EPK wurde in einer Abbildung zusammengefasst (5.3.4).

7.2.5 Notation der UML (Aktivitätsdiagramme)

Mit der Notation der UML kann die erste Anforderung erfüllt werden. Der Teil eines Prozesses, der in einem Aktivitätsdiagramm abgebildet wird, nennt sich Aktivität. Mit dem Start- und Endpunkt wird

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

die Aktivität abgegrenzt. Bestandteile einer Aktivität können bei Bedarf als eigene Aktivität in einem eigenen Diagramm dargestellt werden. Diese Verschachtelung ermöglicht Teilprozesse im Zusammenhang eines Gesamtprozesses darzustellen. Zwischen dem Teilprozess und dem übergeordneten Gesamtprozess können Informationen über Ein- und Ausgabeparameter ausgetauscht werden. Über Verzweigungs-, Verbindungs-, Synchronisations- und Parallelisierungsknoten lassen sich parallele und sequentielle Abläufe sowie Entscheidungen realisieren.

Prozessschritte lassen sich in Aktivitätsdiagrammen mit Aktionen darstellen. Eine Aktion bezeichnet einen einzelnen Schritt, der nicht weiter zerlegt wird. Die Aktion kann mit Informationen in Form von Text oder Pseudocode ausgestattet werden. Für jede Aktion können Vor- und Nachbedingungen angegeben werden, die erfüllt werden müssen, um eine Aktion zu starten oder zu beenden. Über Objektknoten können Informationen für eine Aktion bereitgestellt werden. Die Aktionen werden über Kanten in Beziehung gesetzt. Die zweite Anforderung, [...] Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte, kann erfüllt werden.

Die Anforderung, [...] Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt [...], kann von den Aktivitätsdiagrammen nicht erfüllt werden. Die Notation unterscheidet nicht zwischen Material- und Informationsfluss.

Die Notation bietet kein Symbol, das von Grund auf zur Darstellung von Ressourcen angedacht ist. Die Objektknoten bieten jedoch die Möglichkeit, jeglichen Input und Output einer Aktion darzustellen. Durch die Objektknoten könnten Ressourcen dargestellt werden. Die Ressourcen lassen sich bezeichnen, in gewissem Maße mit Informationen ausstatten und den Aktionen direkt zuordnen. Zwischen verschiedenen Arten von Ressourcen kann in der Form nicht unterschieden werden. Die Anforderung, [...] Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen [...], kann teilweise erfüllt werden.

Das Gleiche gilt für die Anforderung, [...] Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units. Explizit besteht kein Symbol, das direkt für die Abbildung von HUs gedacht ist, jedoch bieten auch hier die Objektknoten die Chance, diese darzustellen. Die Anforderung gilt aus den gleichen Gründen als teilweise erfüllt.

Flächen werden von Aktivitätsdiagrammen nicht betrachtet. Die beiden Anforderungen, [...] visuelle Darstellung von Flächen und [...]visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität, sind folgerichtig nicht erfüllt.

Alle Prozessschritte werden mit Aktionen visualisiert. Diese können anhand der Bezeichnung voneinander unterschieden werden. Jedoch gibt es nicht die Möglichkeit, Aktionen zu gruppieren oder visuell zu unterscheiden. Die Anforderung, [...] Gruppierung von Prozessschritten [...], bleibt unerfüllt.

Die Anforderung, [...]Standardisierung und umfassenden Dokumentation, kann erfüllt werden. Grund dafür ist, dass ein hoher Standard über die Notation besteht, der die Anzahl der Symbole begrenzt, diese gruppiert und erläutert. Ein Vorgehensmodell über die Erstellung der Aktivitätsdiagramme besteht in der Form nicht. Jedoch finden für die Methode UML verschiedene Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung Anwendung. Die Standardisierung der UML führt dazu, dass die Anwendung der Aktivitätsdiagramme weit verbreitet ist.

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Die Anforderung, [...] Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden, kann erfüllt werden. Die Entscheidungen können über Knoten und Bedingungen abgebildet werden. Die Symbole sind standardisiert und ermöglichen, relevante Informationen darzustellen. Ein großer Vorteil ist die Nutzung von Aktivitätsbereichen. Diese machen es möglich, Teile eines Prozesses Bereichen zuzuordnen. Diese Bereiche können nach Eigenschaften, Orten, Organisationsbereichen oder anderen Kriterien aufgeteilt werden.

Das Gesamtergebnis der Analyse der UML findet sich in einer Abbildung (Abbildung A - 72).

7.2.6 Notation des Sankey-Diagramms

Für das Sankey-Diagramm kann die Anforderung, [...] Abbildung verzweigter Prozesse [...], als teilweise erfüllt angesehen werden. Sowohl parallele als auch sequentielle Abläufe können im Sankey-Diagramm über Pfeile dargestellt werden. Diese können sich verzweigen und wieder zusammenführen. Es ist nicht möglich, den dargestellten Prozess in einen übergeordneten Prozess einzuordnen. Die Schnittstellen können nicht dargestellt werden, zudem lassen sich Entscheidungen nicht abbilden.

Die Schritte innerhalb eines Prozesses können in das Sankey-Diagramm aufgenommen und dort bezeichnet werden. Jedoch kann die Beziehung zwischen Prozessschritten nicht umfassend dargestellt werden. Lediglich die Mengen oder Anteile lassen sich darstellen. Abgesehen von der Bezeichnung können keine Informationen angegeben werden. Die zweite Anforderung, [...] Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte, kann nicht erfüllt werden.

Ressourcen, Handling Units und die Differenzierung von Informations- und Materialflüssen spielen in Sankey-Diagramm keine Rolle. Die Anforderungen, [...] die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen [...], [...] Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units und [...] Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt [...], werden nicht erfüllt.

Die Anforderungen, [...] visuelle Darstellung von Flächen und [...] visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität, können ebenfalls nicht erfüllt werden. Das Sankey-Diagramm betrachtet keine Flächen.

Der Fokus des Sankey-Diagramms liegt nicht auf einzelnen Prozessschritten. Die Anforderung, [...] Gruppierung von Prozessschritten [...], bleibt unerfüllt.

In Bezug auf die Anforderung, [...] Standardisierung und umfassenden Dokumentation, kann das Sankey-Diagramm Kriterien erfüllen, sodass diese Anforderung als teilweise erfüllt gilt. Das Diagramm umfasst nur eine geringe Anzahl an Symbolen. Die Darstellung und der Aufbau sind standardisiert und es existieren Beispiele in der Literatur. Das Sankey-Diagramm ist schnell zu verstehen und anzuwenden. Der Nachteil ist, dass aufgrund der ungeplanten Entwicklung des Diagramms keine definierte Vorgehensweise existiert.

Die Anforderung, [...] Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden, kann nicht erfüllt werden. Die Notation ist nicht in der Lage, Entscheidungen zu visualisieren. Bei komplexen Flüssen kann ein Sankey-Diagramm unübersichtlich werden, da die Pfeile sich kreuzen.

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Eine Unterteilung des dargestellten Prozesses in Bereiche ist nicht möglich. Der Aufbau der Symbole ist standardisiert, jedoch lassen sich nur wenige Informationen darstellen.

Die Ergebnisse zum Sankey-Diagramm wurden zusammengefasst (Abbildung A - 73).

7.2.7 Notation der Integrierten Unternehmensmodellierung

Die Notation der integrierten Unternehmensmodellierung (IUM) kann sequentiell und parallel ablaufende Prozesse, Zusammenführungen und Verzweigungen, Entscheidungen über die Grundkonstrukte der Ablaufmodellierung und Verknüpfungselemente realisieren. Lediglich die Darstellung der Schnittstellen zum Gesamtprozess kann in keiner Form durchgeführt werden (5.6.4). Aus diesem Grund gilt die Anforderung, [...] Abbildung verzweigter Prozesse [...], als teilweise erfüllt.

Prozessschritte lassen sich über Aktionen darstellen. Diese können bezeichnet und über die Objekte indirekt mit Informationen ausgestattet werden. Über die Grundkonstrukte der Ablaufmodellierung lässt sich die Beziehung zwischen den Aktionen abbilden (5.6.4). Damit ist die Anforderung, [...] Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte, erfüllt.

Zwischen Informations- und Materialfluss wird bei der Notation nicht grundsätzlich differenziert. Es ist jedoch möglich, über das Grundkonstrukt der Ablaufmodellierung steuern und das Objekt Auftrag einen Bestandteil des Informationsflusses darzustellen. Die Steuerung des Materialflusses anhand von Aufträgen ist mit den gegebenen Symbolen abbildbar (5.6.4). Die beiden Flüsse sind räumlich nicht voneinander getrennt. Der Einfluss der Flüsse aufeinander kann nur über das Grundkonstrukt steuern beschrieben werden. Über alle Kriterien hinweg gilt die Anforderung, [...] Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt [...], als unerfüllt, da die Unterscheidung von Material- und Informationsfluss nicht in ausreichendem Maße realisierbar ist.

Für Ressourcen bietet die Notation als Objekt einen eigenen Baustein (5.6.4). So lassen sich die Ressourcen bezeichnen, mit Informationen ausstatten und über die Grundkonstrukte der Ablaufmodellierung zu Aktionen in Verbindung setzen. Die Differenzierung von Ressourcen unterschiedlicher Art ist nicht möglich, außer anhand der Bezeichnung. Die Anforderung, [...] die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen [...], gilt insgesamt als erfüllt.

Die Handling Units sind in der Notation nicht als eigenes Objekt vorgesehen (5.6.4). Jedoch bietet sich die Möglichkeit, das Objekt der Produkte zu nutzen. Anstatt das Produkt oder Teilprodukte über dieses Objekt darzustellen, könnten die Handling Unit abgebildet werden. So könnten die Handling Units bezeichnet und den Aktionen zugeordnet werden. Sofern diese Anpassung des Objektes „Produkt“ an die Handling Unit vorgenommen wird, kann die Anforderung, [...] Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units, als erfüllt angesehen werden.

Die Flächen, auf denen ein Prozess abläuft, werden von der IUM nicht explizit betrachtet (5.6.4). Die Anforderungen, [...] visuelle Darstellung von Flächen und [...] visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität, sind folgerichtig nicht erfüllt.

Tätigkeiten und Aufgaben werden über Aktionen abgebildet, wodurch alle Prozessschritte über Aktionen abgebildet werden. Diese werden durch ihre Bezeichnung voneinander unterschieden. Eine

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

weitere Detaillierung und Gruppierung von Aktionen nach deren Funktion existiert nicht (5.6.4). Die Anforderung, [...] Gruppierung von Prozessschritten [...], ist somit nicht erfüllt.

Die Notation kann die Anforderung, [...] Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden, erfüllen. Die Anzahl der Symbole ist begrenzt und der Aufbau der Notation ist standardisiert (5.6.4). Es existiert ein standardisiertes Vorgehen (5.6.3). Lediglich die Verbreitung ist im Vergleich zu den anderen Notationen als Schwachpunkt zu bezeichnen, da weniger Beispiele und Literatur zu der Notation bekannt sind.

Die Anforderung, [...] Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden, konnte nur teilweise erfüllt werden, da die Möglichkeit zur visuellen Unterteilung des Prozesses fehlt, wie sie bei BPMN oder UML möglich ist (5.6.4). Die weiteren Kriterien konnten erfüllt werden.

Das Ergebnis der Analyse der IUM ist in einer Abbildung zusammengefasst (Abbildung A - 74).

7.2.8 Zusammenfassung

In diesem Abschnitt wird eine Zusammenfassung gegeben. Zudem werden pro Notation die Vor- und Nachteile und die wichtigen Bestandteile herausgearbeitet. Über alle Notationen hinweg lässt sich festhalten, dass keine der Notationen alle Muss-Kriterien und Soll-Kriterien erfüllen konnte. Aus diesem Grund eignet sich keine der Notationen zur Erstellung von EWM-spezifischen Prozessmodellen (Abbildung 7-2). Daher wird die Entwicklung einer neuen Notation angestrebt.

Anforderung		WA	LWA	BPMN	EPK	UML	Sankey	IUM
Muss	Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	●	●	✓	✓	✓	●	●
	Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
	Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.	✓	✓	●	●	✗	✗	✗
Soll	Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.	✓	✓	✗	●	●	✗	✓
	Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.	✗	●	✗	✗	●	✗	✓
	Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
	Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Kann	Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.	✓	✓	✓	✓	✓	●	✓
	Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.	✗	✗	✓	●	✓	✗	●
erfüllt		4	5	4	3	4	0	4
teilweise erfüllt		1	2	1	3	2	2	2
nicht erfüllt		5	3	5	4	4	8	4

Abbildung 7-2: Übersicht über die Anforderungserfüllung aller Notationen

Die WA konnte fünf Anforderungen ganz oder teilweise erfüllen. Positive Aspekte waren die hohe Standardisierung, die ausführliche Darstellung der Prozessschritte und die Betrachtung von Material- und Informationsfluss. Negativ fielen vor allem die fehlenden Möglichkeiten zur Darstellung

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

von Entscheidungen und Flächen auf. Die Abbildung von Lieferanten und Kunden ermöglicht es Schnittstellen abzubilden. Die Schritte des Prozesses lassen sich umfangreich darstellen, indem Datenkästen genutzt werden. Hilfreicher Bestandteil der WA sind zudem die Symbole für den Informationsfluss, damit zwischen diesem und dem Materialfluss differenziert werden kann. Positiv ist auch der standardisierte Aufbau. Die Trennung von Lieferanten, Kunden, Informationsfluss, Materialfluss und Zeiten schafft ein einheitliches Bild (Abbildung A - 75).

Die LWA kann die gleichen Stärken vorzeigen wie die WA. Darüber hinaus bietet diese die Möglichkeit, Ressourcen und Handling Units detaillierter mit einzubeziehen und kann Flächen darstellen. Die größten Schwächen liegen in der Darstellung von Entscheidungen und der fehlenden Möglichkeit Prozesse visuell zu unterteilen. Für die LWA sind die gleichen Bestandteile wertschöpfend wie die der WA. Darüber hinaus ist es von Wert, dass die Datenkästen für logistische Prozesse und Lagerungen Anwendung finden, sodass sich dort unter anderem Ressourcen detaillierter abbilden lassen. Ein wichtiger Bestandteil ist die Darstellung der Flächen für die einzelnen Prozessschritte (Abbildung A - 76).

BPMN bietet mehrere Vorzüge, von denen zwei von hoher Relevanz für die Analyse sind. Zum einen kann BPMN nachvollziehbar Entscheidungen durch Gateways abbilden. Durch Text bzw. Kommentare lassen sich die Bedingungen für eine Entscheidung festhalten. Zum anderen ermöglicht BPMN die visuelle Unterteilung des Prozesses mit Hilfe der Pools und Lanes. Eindeutige Schwächen sind, dass weniger Informationen pro Prozessschritt abgebildet werden können, wozu auch Ressourcen und Handling Units gehören. Außerdem werden Material- und Informationsfluss nicht ausreichend differenziert und Flächen nicht betrachtet (Abbildung A - 77).

Die EPK können Entscheidungen über Konnektoren abbilden und bieten mit den Prozesswegweisern ein Werkzeug, das zur Wahrung der Übersichtlichkeit eingesetzt werden kann. Prozesswegweiser werden genutzt, um den Prozess an einer Stelle zu unterbrechen und an anderer Stelle weiterzuführen. Ein weiterer positiver Aspekt sind die Regeln, die einen Standard im Umgang mit EPKs schaffen. Jedoch können Prozessschritte nicht mit ausreichend Informationen dargestellt werden, der Prozess nicht mehr unterteilt und Flächen nicht betrachtet werden (Abbildung A - 78).

Die UML kann Vorteile vorweisen. Es lassen sich Entscheidungen nachvollziehbar darstellen. Es können Informationen zu Prozessschritten eingebracht werden, wozu Ressourcen und Handling Units gehören. Außerdem bietet UML die Möglichkeit Prozesse zu unterteilen. Die Nachteile sind, dass der Material- und Informationsfluss nicht getrennt betrachtet und Flächen nicht mit einbezogen werden. Die Verbindungs-, Parallelisierungs-, Synchronisations-, und Verzweigungsknoten bieten Möglichkeiten, Entscheidungen, Verzweigungen und Zusammenführungen abzubilden. Für einzelne Prozessschritte können über die Objektknoten Informationen angegeben werden. Des Weiteren bieten die Aktivitätsbereiche, die mit den Pools und Lanes aus BPMN vergleichbar sind, die Chance einen Prozess in Bereiche zu unterteilen (Abbildung A - 79).

Das Sankey-Diagramm ist die Notation, die am wenigsten Vorteile für den Anwendungsfall bietet. Die Notation hat ihre Stärken bei der Darstellung von Flüssen mit Anteilen und Mengen. Die Nachteile der Notation überwiegen, da einzelne Prozessschritte und die dazugehörigen Informationen nicht abgebildet werden können. Des Weiteren werden der Material- und Informationsfluss nicht getrennt

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

betrachtet. Über alle Kriterien hinweg bietet das Sankey-Diagramm keine Funktionen oder Bestandteile, die einen Mehrwert für den Anwendungsfall liefern können (Abbildung A - 80).

Die IUM bietet den Vorteil, die Prozessschritte mit Informationen auszustatten. Es können Ressourcen und Handling Units mit einbezogen werden. Nachteilig ist bei der Notation vor allem, dass die Schnittstellen zum übergeordneten Prozess, die Trennung von Material- und Informationsfluss und Flächen nicht dargestellt werden können. Für die IUM gilt, dass die Grundkonstrukte der Ablaufmodellierung die Darstellung von Entscheidungen ermöglichen. Die Objekte können dazu genutzt werden, um Ressourcen und HUs den Prozessschritten zuzuordnen (Abbildung A - 81).

7.3 Aufbau der Notation

Nachdem die einzelnen Notationen analysiert worden sind, folgt die Entwicklung der neuen Notation. Für diese wird die zu entwickelnde Notation als Notation zur Erstellung von EWM-spezifischen Prozessmodellen (NEESP) bezeichnet. Grundlage für die Entwicklung sind die Analyse der Notation, die wertschöpfenden Bestandteile und der Informationsbedarf, den EWM an eine Notation stellt. Die Entwicklung wird in drei Schritten durchgeführt. Zuerst wird festgelegt, welche Themenfelder bei der Entwicklung der Notation durchlaufen werden müssen und welche Aufgaben dabei zu erfüllen sind (Abbildung 7-3). Der zweite Schritt umfasst die Entwicklung. Themenfeld für Themenfeld werden die Aufgaben durchlaufen. Dabei werden die Bestandteile aus der Notationsanalyse und der Informationsbedarf aus EWM betrachtet. Auf Grundlage dieser Informationen, werden die optimalen Bestandteile zur Darstellung ausgewählt und dementsprechend angepasst. Im dritten Schritt erfolgt eine Validierung der Ergebnisse, indem die Notation mit den Anforderungen aus der Anforderungsanalyse abgeglichen wird.

7.3.1 Themenfelder und Aufgaben der Entwicklung

Insgesamt werden sechs Themenfelder bei der Entwicklung der Notation betrachtet. Diese orientieren sich an dem Aufbau der Notation. Die Themenfelder sind: Grundkonstrukt der NEESP, Schnittstellen zum Prozess, Materialfluss, Informationsfluss, Interaktion der Flüsse und standardisiertes Dokument. Jedes Themenfeld wird nacheinander durchlaufen. Dabei sind die Aufgaben zu erledigen, die pro Themenfeld ausgearbeitet wurden (Abbildung 7-3).

Beim ersten Themenfeld „Grundkonstrukt der Notation“ wird der Aufbau der Notation betrachtet. Das Grundkonstrukt gibt an, aus welchen Komponenten eine Notation besteht. An den ermittelten Komponenten Schnittstellen, Materialfluss, Informationsfluss und Interaktion der Flüsse orientiert sich der Aufbau dieses Kapitels (Abbildung 7-3). Wie diese Komponenten bestimmt wurden, wird in einem späteren Abschnitt detailliert erörtert (7.3.2).

Für die Komponente der Schnittstellen des Prozesses zu anderen Prozessen, ist zu klären, wie diese in der NEESP dargestellt werden. Zusätzlich muss die Frage beantwortet werden, welche Informationen für welche Schnittstellen mitgeführt werden. Zuletzt müssen Symbole ausgearbeitet werden, welche die Schnittstellen und die zugehörigen Informationen darstellen (Abbildung 7-3).

Für den Materialfluss ist zu klären, zwischen welchen Prozessschritten bei der NEESP unterschieden wird. Je nach Funktion werden diese Schritte in Gruppen eingeteilt. Für die Prozessschritte muss entschieden werden, welche Informationen abgebildet werden sollen. Die NEESP erwartet bei der

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Nutzung der standardisierten Prozessschritte die Angabe ganz bestimmter Informationen. Zwischen den Prozessschritten werden Verbindungen bestehen. Für diese Verbindungen ist zu klären, wie Entscheidungen, Verzweigungen, Zusammenführungen und einfache Verbindungen abgebildet werden sollen. Ein weiteres Thema ist die Darstellung von Flächen, deren Differenzierung nach Funktionen und deren Zuordnung zu Prozessschritten. Abschließend werden für die Prozessschritte, Verbindungen und Flächen die Symbole erstellt (Abbildung 7-3).

Ein Großteil der Aufgaben muss erneut für den Informationsfluss durchlaufen werden. Für diesen ist ebenfalls auszuarbeiten, welche einzelnen Prozessschritte es geben wird, inwiefern diese in Gruppen eingeordnet werden können und welche Informationen pro Prozessschritt wichtig sind. Auch die Verbindung zwischen Prozessschritten des Informationsflusses muss definiert werden. Für den gesamten Informationsfluss werden abschließend die Symbole festgelegt (Abbildung 7-3).

Nachdem sowohl der Material- als auch der Informationsfluss festgelegt worden sind, umfasst das nächste Aufgabenfeld die Interaktion zwischen den Flüssen. Zuerst wird die Trennung der beiden Flüsse bearbeitet. Dabei ist die Frage zu klären, wie in der Notation die Flüsse getrennt werden können, um Verständlichkeit und Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Im Anschluss daran wird geprüft, inwiefern die Flüsse miteinander interagieren und welche Informationen bei den Interaktionen aufgenommen werden müssen. All diese Ergebnisse werden in Symbole umgesetzt (Abbildung 7-3).

Nachdem inhaltlich alle Themen abgearbeitet worden sind, geht es im letzten Themenfeld um die Dokumentation der Notation. Eine durchgängige Dokumentation gewährleistet die gute Erlernbarkeit und hohe Qualität der Prozessabbildungen. Die Dokumentation umfasst die Zeichen und Symbole der Notation, ein standardisiertes Vorgehen, Regeln, Beispiele und Erläuterungen (Abbildung 7-3).

Grundkonstrukt der Notation	<ul style="list-style-type: none"> • Komponenten der Notation erarbeiten • Anordnung der Komponenten festlegen • Symbole für die Komponenten erstellen
Schnittstellen zum Prozess	<ul style="list-style-type: none"> • Abbildung der Schnittstellen ausarbeiten • Informationen zu den Schnittstellen ermitteln • Symbole für die Schnittstellen erstellen
Materialfluss	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessschritte ermitteln • Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen durchführen • Informationen pro Prozessschritt bestimmen • Verbindung der Prozessschritte festlegen • Flächendarstellung ausarbeiten • Symbole für den Materialfluss erstellen
Informationsfluss	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessschritte ermitteln • Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen durchführen • Informationen pro Prozessschritt bestimmen • Verbindung der Prozessschritte festlegen • Symbole für den Informationsfluss erstellen
Standardisiertes Dokument	<ul style="list-style-type: none"> • Standardisiertes Vorgehen als Abbildung darstellen • Aufbau der Notation darstellen und erläutern • Darstellung der Symbole erarbeiten

Abbildung 7-3: Aufgaben für die Entwicklung der Notation

7.3.2 Schrittweise Entwicklung der Notation

Im ersten Themenfeld wird das Grundkonstrukt der Notation entwickelt. Mit Grundkonstrukt sind die Komponenten der Notation auf höchster Ebene gemeint. Es ist die Frage zu klären, aus welchen standardisierten Komponenten die Notation besteht, wie diese angeordnet und visualisiert werden. Den Standard festzulegen ist aus zwei Gründen wichtig. Dieser ist zum einen zur Wahrung des Grundsatzes der Vergleichbarkeit und zum anderen zur Erfüllung des Grundsatzes der Richtigkeit entscheidend (4.2). Um ein Modell nach dessen Erstellung auf Richtigkeit prüfen zu können, muss eine Syntax vorliegen. Anhand der Syntax, die aus Regeln, Standards und Vorgaben besteht, kann überprüft werden, ob ein Modell diese erfüllt und der Grundsatz der Richtigkeit damit gewährleistet ist. Der Grundsatz der Vergleichbarkeit besagt, dass zwei Modelle sich dann gleichen müssen, wenn diese den gleichen Sachverhalt darstellen. Um dies sicherzustellen, müssen Standards für die Notation gegeben sein, die unabhängig vom Modellierer, zur gleichen Darstellung eines Prozesses führen. Für das Grundkonstrukt werden zuerst die Komponenten der Notation, dann deren Anordnung und abschließend deren Visualisierung festgelegt. Die bisher analysierten Notationen haben sich hinsichtlich des Aufbaus und der Symbole teilweise erheblich unterschieden. Jedoch lässt sich festhalten, dass häufig zwischen Prozessschritten unterschieden worden ist, die informativ ablaufen oder nicht (5). Die Differenzierung zwischen Informations- und Materialfluss ist ebenfalls im Hinblick auf EWM von hoher Relevanz, weshalb die 3. Anforderung diese Trennung verlangt (Abbildung A - 60). Eine weitere Komponente, die bei der NEESP einzeln betrachtet werden soll, sind die Schnittstellen des Prozesses. Über Schnittstellen lässt sich der Input und Output des Prozesses und angrenzende Prozesse abbilden. Für die NEESP bestehen die Bestandteile: Input-Schnittstellen, Materialfluss, Informationsfluss und Output-Schnittstellen. Für die Anordnung der Komponenten wird die WA herangezogen, da diese die beste Lösung zur Trennung des Informations- und Materialflusses lieferte (7.2.8). Die WA bietet für die Komponenten einen sinnvollen Standard. Dort werden von links kommend die Input-Schnittstellen dargestellt. An diese angrenzend werden der Material- und Informationsfluss untereinander abgebildet. Diese Anordnung ermöglicht, die Interaktion zwischen den Flüssen übersichtlich darzustellen. Am Ende des Prozesses und somit ganz rechts, befinden sich die Output-Schnittstellen. Insgesamt ergibt sich für die NEESP eine feste Anordnung der Komponenten (Abbildung A - 82). Zum Abschluss des ersten Themenfeldes ist festzulegen, wie die einzelnen Komponenten visualisiert werden. Insgesamt gibt es vier Komponenten, die aus mehreren Symbolen bestehen. Nach dem Grundsatz der Klarheit ist sicherzustellen, dass ein Modell lesbar, anschaulich und verständlich ist (4.2). Aus diesem Grund sollen die vier Komponenten so dargestellt werden, dass diese auf einen Blick unterschieden werden können. Wie Symbole dargestellt werden können, damit diese als Gruppe wahrgenommen werden, klären die Gestaltgesetze der Wahrnehmung (A.7.2). Diese unterscheiden zwischen neun Gesetzen. Für die Gestaltung der Symbole eignet sich das Gesetz der Ähnlichkeit. Die Symbole, die einer Komponente der Notation angehören, sind möglichst ähnlich zu gestalten. Zur Differenzierung der Symbole können die Farbe, die Form und die Bezeichnung genutzt werden. Falls die visuelle Unterscheidung durch Farben notwendig ist, sollten nicht mehr als elf Farben genutzt werden (A.7.2). Es gilt grundsätzlich, dass ruhige Farben mit niedrigen Kontrasten gewählt werden sollten. Die Farben Rot und Gelb lösen im Körper Reaktionen aus, weshalb diese in Maßen und für wichtige Markierungen eingesetzt werden sollten. Die ruhigsten Farben für den Anwender der NEESP sind grün und blau. Der Material- und Informationsfluss werden einen großen Anteil eines Prozessmodells darstellen. Aus diesem Grund werden diese blau und grün

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

dargestellt. Die Schnittstellen werden lediglich zu Beginn und am Ende eines Prozesses stehen. Diese werden in Orange abgebildet. Orange ist eine auffällige Farbe, wodurch die Schnittstellen des Prozesses klar gekennzeichnet werden. Die weiteren Entscheidungen zur Darstellung der Komponenten werden in den Abschnitten genauer erörtert.

Im zweiten Themenfeld werden die Schnittstellen betrachtet. Dabei ist zu klären, zwischen welchen Schnittstellen unterschieden wird. Entweder kann grundsätzlich zwischen eingehenden und ausgehenden Schnittstellen unterschieden werden oder es werden detailliertere Unterscheidungen vorgenommen. EWM unterscheidet zwischen sechs Geschäftspartnern. Dazu gehören der Kunde, Lieferant, Fremspedition, Transportunternehmer, Spediteure und Werke (3.3.6). Bei den Geschäftspartnern handelt es sich durchweg um externe Schnittstellen, da sich diese systemseitig nicht auf dem gleichen Werk befinden. Es kann ebenfalls vorkommen, dass am Ende eines Prozesses eine interne Schnittstelle vorliegt, die sich im gleichen Werk befindet. Aus diesem Grund wird zwischen internen und externen Schnittstellen unterschieden. Die externen Schnittstellen umfassen die sechs Geschäftspartner. Interne Schnittstellen können aus verschiedenen Organisationseinheiten bestehen, sodass diese von der Bezeichnung nicht standardisiert werden können. Hinsichtlich der Informationen pro Schnittstelle werden zwei Aspekte berücksichtigt. Auf der einen Seite wird der Informationsbedarf aus EWM einbezogen. Die Handhabung von Informationen für Geschäftspartner erfolgt systemseitig zum Großteil in ERP. Per CIF werden diese nach EWM übermittelt. Die Kundenstammdaten umfassen den Namen, die Adresse, die Identifikationsnummer, Geschäftszeiten, Finanzinformationen und weitere Informationen. Da diese in ERP gepflegt werden, ist eine Betrachtung von Seiten EWM nicht von Nöten. Wichtig sind die Bezeichnung und die Identifikationsnummer (3.3.6). Mit der Identifikationsnummer werden im System die Informationen aus ERP abgefragt. Das gleiche gilt für die Lieferantenstammdaten. Neben dem Informationsbedarf aus EWM müssen diejenigen Informationen berücksichtigt werden, die im Allgemeinen zur Darstellung einer Schnittstelle in logistischen Prozessen notwendig sind. Hierzu bieten die WA und die LWA die Informationen. Die Informationen aus der WA und LWA, die ebenfalls für die NEESP relevant sein könnten, sind die Bezeichnung, die Produktfamilie, der Ort und die Qualität. Die Bezeichnung wird in der NEESP dargestellt. Durch die Produktfamilie kann präzise aufgezeigt werden, für welche Produkte der Wertstrom angelegt ist. Diese Information macht für die NEESP Sinn, um eingehendes Material von Lieferanten und die ausgehenden Produkte für Kunden genau abbilden zu können. Der Ort wird in der NEESP anderweitig dargestellt (Abschnitt zum Materialfluss). Die Qualität als einfache Beschreibung mitzuführen, liefert Informationen, die nicht ausreichend auf EWM zugeschnitten sind. Aus diesem Grund werden anstatt der Qualität das Produkt bzw. Material und der Ladungsträger angegeben, um den Zustand der Lieferung genauer zu beschreiben. Für externe Schnittstellen ergeben sich somit die Informationen: Geschäftspartner, Identifikationsnummer, Produkt- bzw. Materialfamilie, Produkt bzw. Material und der Ladungsträger. Für interne Schnittstellen werden das Produkt bzw. Material und der Ladungsträger angegeben. Interne und externe Schnittstellen werden per Form voneinander unterschieden (Abbildung 7-4). Die Form der externen Schnittstellen ist an die WA und LWA angelehnt (5.1.6) (5.1.7). Die Informationen, die über die Bezeichnung hinaus gehen, werden mit Datenkästen bereitgestellt (Abbildung 7-4). Die Datenkästen sind als ein wertschöpfender Bestandteil der Wertstromanalysen identifiziert worden, da sie Informationen sehr übersichtlich darstellen können (7.2.8).

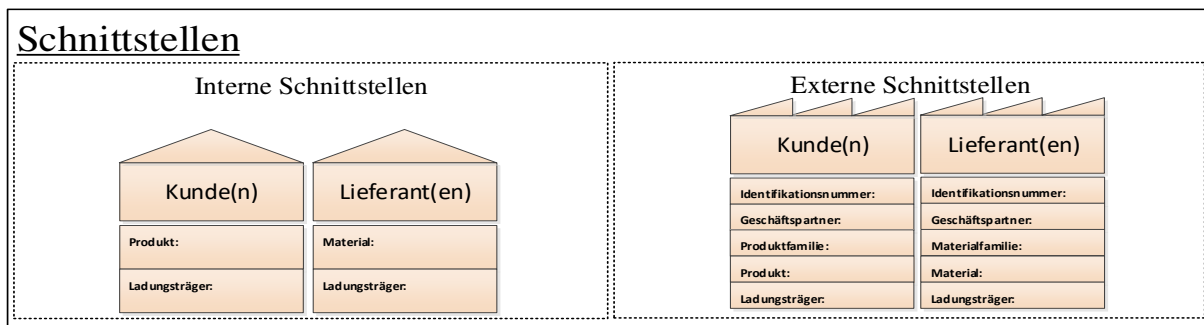


Abbildung 7-4: NEESP: Schnittstellen

Nachdem die Schnittstellen definiert worden sind, wird der Materialfluss erarbeitet. Dabei sind die einzelnen Prozessschritte, deren Gruppierung, die Informationen pro Prozessschritt, die Verbindung der Prozessschritte zueinander, die Darstellung von Flächen und abschließend die Symbole zu betrachten (Abbildung 7-3). Zur Ermittlung der Prozessschritte ist es wichtig, welche Prozessschritte notwendig sind, um jeden Prozess innerhalb eines Lagers EWM-gerecht abbilden zu können. Zur Beantwortung dieser Frage, werden die Standards aus EWM herangezogen. EWM unterscheidet zwischen der prozessorientierten und der layoutorientierten Lagerungssteuerung (3.3.2). Die prozessorientierte Lagerungssteuerung (POLS) wird genutzt, wenn komplexe Ein- und Auslagerprozesse abgebildet werden sollen. Die layoutorientierte Lagerungssteuerung (LOLS) findet dann Anwendung, wenn nicht direkt von einem Von- zu einem Nach-Lagerplatz überführt werden kann, sondern ein Zwischenlagerplatz notwendig ist. Zuerst wird der Standard in Bezug auf die POLS analysiert. Ein Prozess wird abgebildet, indem interne Lagerungsprozessschritte (ILPS) zu externen Lagerungsprozessschritten kombiniert werden. Die Anordnung der externen Lagerungsprozessschritte ergibt dann den Prozess. Das kleinste standardisierte Element sind somit die internen Lagerungsprozessschritte (3.3.2). Die ILPS bieten eine gute Grundlage für die Definition eigener Prozessschritte (Abbildung A - 4). Der Grund dafür ist, dass die Prozessschritte der NEESP möglichst nah an den Standards aus EWM sein sollten, um eine aufwandsarme Übertragung der Prozessmodelle der NEESP in EWM zu ermöglichen. Zu den ILPS kommt zusätzlich die Umlagerung über Zwischenlagerplätze hinzu, die systemseitig durch die LOLS umgesetzt wird (3.3.2). Die Anzahl von zwölf Prozessschritten ist für die direkte Anwendung in der Notation kritisch. Wenn man die Forschungsergebnisse von Miller und Wandmacher auf den vorliegenden Sachverhalt überträgt und das Bildungsniveau der zukünftigen Modellierer miteinbezieht, sollte lediglich zwischen neun Einheiten an Informationen unterschieden werden (A.7.1). Für die Notation wird die maximal angegebene Menge herangezogen, da sowohl die Modellierung als auch die Betrachtung von hochqualifizierten Mitarbeitern durchgeführt werden wird. Die Modellierung wird von Fachpersonal aus der Logistik durchgeführt, die Betrachtung von Spezialisten des Dienstleisters. Um die ILPS für die NEESP verwenden zu können, müssen Schritte zusammengefasst oder gruppiert werden. Wenn man die Prozessschritte analysiert, können diese in fünf Gruppen eingeteilt werden (Abbildung 7-5).

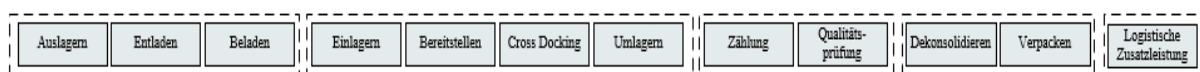


Abbildung 7-5: interne Lagerungsprozessschritte pro Gruppe

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Die erste Gruppe umfasst diejenigen Prozessschritte, welche sowohl die Bewegung einer HU als auch die Veränderung einer HU zur Folge haben. Das Auslagern gehört zu dieser Gruppe. Beim Auslagern kann die Veränderung einer HU erfolgen, da bspw. mit Hilfe einer Pick-HU kommissioniert wird. Bei der Kommissionierung werden Materialien aus einer HU in die Pick-HU gebucht. Außerdem wird die HU auf einen Nach-Lagerplatz bewegt (3.3.4). Ähnlich ist es beim Be- und Entladen. Es erfolgt eine Bewegung der HU von der TU auf die Bereitstellungszone oder umgekehrt. Dabei werden Veränderungen an der HU und TU vorgenommen, indem die TU zerlegt oder HUs auf die TU gebucht werden (3.3.3) (3.3.4). Eine weitere Gruppe besteht aus den Prozessschritten, die ebenfalls eine Bewegung zur Folge haben, jedoch keine Veränderung der HU. Zu dieser Gruppe gehören das Einlagern, das Bereitstellen, das Umlagern und das Cross-Docking. Bei all diesen ILPS wird die HU vom Von-Lagerplatz zum Nach-Lagerplatz bewegt, ohne die HU in sich zu verändern (3.3.3). Die dritte Gruppe fasst die Prozessschritte zusammen, bei denen die HU verändert wird, ohne dass eine Bewegung stattfindet. Hierzu gehören das Verpacken und die Dekonsolidierung (3.3.3). Die Zählung und die Qualitätsprüfung gehören zur vierten Gruppe, da bei diesen weder eine Veränderung der HU, noch Bewegungen vonstattengehen (3.3.3). Die fünfte Gruppe besteht aus dem Prozessschritt der LZL, da unter diesen verschiedene Prozessschritte fallen, die nicht direkt eingeordnet werden können (3.3.3). Als Ergebnis der Gruppierung wird die Zählung in die Qualitätsprüfung integriert, da es sich bei der Zählung um eine Qualitätsprüfung handelt und beide Prozessschritte sich systemseitig ähneln. Für beide Prozessschritte werden beispielsweise Prüfbelege eingesetzt (3.3.3). Die Prozessschritte Beladen und Entladen werden unter der Bezeichnung Be-/Entladen zusammengefasst. Grund dafür ist, dass sich diese inhaltlich ähneln. Die Prozessschritte umfassen sowohl das zu bewegende Material (HU) und eine Transportunit (TU) als auch die eingesetzten Ressourcen, wie Fördermittel (3.3.3) (3.3.4). Für die weiteren Prozessschritte konnte keine Ähnlichkeit festgestellt werden, die eine weitere Zusammenfassung rechtfertigt. Ergebnis sind zehn Prozessschritte, die beim Materialfluss Anwendung finden. Diese Menge übersteigt den Richtwert von neun Prozessschritten. Aus mehreren Gründen wird auf eine weitere Zusammenfassung verzichtet. Die Prozessschritte werden nie gleichzeitig in einem Abschnitt zum Einsatz kommen. Der Prozessschritt des Cross-Docking ist beispielsweise für die Einlagerung relevant. Das Bereitstellen hingegen findet nur bei der Auslagerung Anwendung. Insgesamt müssen maximal sieben Prozessschritte gleichzeitig gehandhabt werden (3.3.2). Ein weiterer Grund, die Prozessschritte in dieser Form für die Notation zu nutzen, ist die hohe Ähnlichkeit zum SAP-Standard. Ein Prozessschritt, der unabhängig von EWM, noch miteinbezogen wird, ist die Nichtbearbeitung einer HU, also das einfache Liegen in Form einer Lagerung. Für EWM ist diese Form des Prozessschrittes nicht notwendig. Aus Sicht der Materialflussdarstellung ist es jedoch von Relevanz zu wissen, dass ein Produkt auf einer Fläche gelagert wird. Dieser Ansatz wird aus der LWA bezogen, bei der die Lagerung als eigener Prozessschritt gehandhabt wird (3.3.3). Nachdem die Prozessschritte definiert sind, wird geprüft, ob diese in Gruppen unterteilt werden können. Durch eine Gruppierung können Verständlichkeit und Übersichtlichkeit verbessert werden (A.7.1). Von Seiten SAP existiert eine Gruppierung der ILPS in die Lagerungsprozessstypen Einlagerung, Wareneingang und Warenausgang (3.3.2). Bei dieser kommen Prozessschritte in mehreren Abschnitten vor. Beispiel hierfür ist das Verpacken, welches in jedem der Lagerungsprozessstypen angewandt wird (3.3.2). Wenn diese Gruppierung umgesetzt wird und im Anschluss die Gruppen visuell durch Form oder Farbe voneinander differenziert werden, käme es dazu, dass derselbe Prozessschritte in drei Formen existiert. Zudem finden die Prozessschritte mehrerer Lagerungsprozessstypen nur an den Schnittstellen

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

nebeneinander Anwendung, wodurch eine visuelle Unterscheidung wenig sinnvoll ist. Aus den genannten Gründen wird die Gruppierung anhand der Lagerungsprozessstypen verworfen. Ein weiterer Ansatz ist die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen. Dabei kann zwischen Prozessschritten unterschieden werden, die eine HU von einem Lagerplatz zum nächsten bewegen und denjenigen, die auf einer Fläche stattfinden. Da die Flächen pro Prozessschritt in detaillierter Form dargestellt werden sollen, wäre eine Gruppierung anhand der Flächennutzung redundant. Ein weiterer Ansatz ist die Gruppierung anhand der Aspekte „HU-Bewegung“ und „HU-Veränderung“. Diese ist wenig sinnvoll, da das Ein- und Auslagern zu unterschiedlichen Gruppen gehören würden, obwohl diese sinngemäß und systemseitig sehr nah zueinander anzusiedeln sind (3.3.3). Da eine Gruppierung anhand der verschiedenen Ansätze nicht sinnvoll ist, wird eine einfache Gruppierung in die Prozessschritte der „Bearbeitung“ und „nicht Bearbeitung“ vorgenommen. Der Prozessschritt des Lagerns wird abgegrenzt. Es ergeben sich zwei Gruppen (Abbildung 7-6).

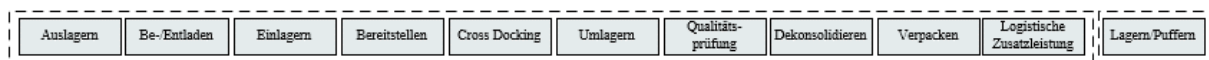


Abbildung 7-6: Prozessschritte in Gruppen

In diesem Abschnitt werden die Informationen ausgearbeitet, die für jeden Prozessschritt im Materialfluss von Relevanz sind (Abbildung A - 83). Bei einer Auslagerung wird Material durch Ressourcen zwischen zwei Flächen bewegt (3.3.4). Für die Auslagerung müssen das Material, die Ressourcen und der Von- und Nach-Lagerplatz bekannt sein. Material wird in der POLS grundsätzlich als HU bewegt, die sich aus Material und Ladungsträger zusammensetzt. Während des Prozesses können Veränderungen am Material oder Ladungsträger vorgenommen werden. Um jegliche Veränderungen erfassen zu können, müssen diese Beiden getrennt voneinander mitgeführt werden. Während der Auslagerung kann sich der Ladungsträger verändern, wenn bspw. mit einer Pick-HU kommissioniert wird. Aus diesem Grund muss zwischen Input- und Output-Ladungsträger unterschieden werden. Wie der Von- und Nach-Lagerplatz in die NEESP mit einbezogen werden, wird im Laufe dieses Abschnitts übergreifend für alle Flächen erläutert. Das Be- und Entladen benötigt die HU, die Ressourcen, die Input- und Output-Ladungsträger, wovon jeweils einer eine TU ist, den Von-/Nach-Lagerplatz und die Bereitstellungszone als Informationen (3.3.3). Die Unterscheidung der Ladungsträger ist notwendig, da während des Vorgangs HUs auf eine TU eingebucht oder aus einer TU mehrere HUs ausgebucht werden (3.3.3). Bei der Einlagerung werden die HU, die Ressourcen und Von-/Nach-Lagerplatz dargestellt. Dabei muss nicht zwischen Input- und Output-Ladungsträger unterschieden werden, da die HU als Ganzes eingelagert wird. Die gleichen Informationen sind für die Prozessschritte des Cross-Dockings und des Umlagerns notwendig (3.3.3). Ähnlich ist es für das Bereitstellen, wobei anstatt des Nach-Lagerplatzes die Bereitstellungszone relevant ist (3.3.4). Bei der Qualitätsprüfung sind die HU, die Ressourcen und die Fläche zu nennen (3.3.3). Beim Dekonsolidieren müssen die HUs sehr differenziert abgebildet werden. Der Prozessschritt der Dekonsolidierung zerlegt eine HU, bestehend aus Material und Ladungsträger, in mehrere HUs, die wiederum aus demselben Material, sowie den gleichen oder anderen Ladungsträgern bestehen (3.3.3). Um das Aufteilen des Materials und die Änderung der Ladungsträger einbeziehen zu können, muss zwischen Input- und Output-Ladungsträger und Input- und Output-Material unterschieden werden. Bei der Dekonsolidierung werden Ressourcen und ein Arbeitsplatz benötigt. Das Verpacken ist das Gegenstück der Dekonsolidierung. Mehrere HUs werden in einer HU konsolidiert, die aus den

gleichen oder anderen Ladungsträgern und demselben Material besteht. Hierfür werden an einem Arbeitsplatz die Ressourcen, Packmittel und Packhilfsmittel eingesetzt (3.3.4). Es können mehrere Packmittel eingesetzt werden, wovon eines mit dem Ladungsträger übereinstimmt. Um jedoch alle Packmittel erfassen zu können, werden diese einzeln mitgeführt. Beim Verpacken muss zwischen Input- und Output-Material und -Ladungsträger unterschieden werden, da an Beiden Veränderungen möglich sind. Für die logistische Zusatzleistung lässt sich nicht im Allgemeinen sagen, welche Informationen wichtig sind (3.3.3). Aus diesem Grund wird mit dem maximalen Bedarf gerechnet, der aus Input- und Output-Material, Input- und Output-Ladungsträger, Ressourcen, dem Arbeitsplatz und Hilfsprodukten besteht. Hilfsprodukte sind Produkte, die zur Durchführung der LZZ eingesetzt werden, wie beispielsweise ÖL bei einer Konservierungsmaßnahme. Für das Lagern gilt, dass die HU und das Lagermittel anzugeben sind. Übergreifend ist nun für jeden Prozessschritt bekannt, welche Informationen mitgeführt werden müssen (Abbildung A - 83). Bisher wurde mehrfach der Begriff der Ressourcen als ein wichtiger Bestandteil im Materialfluss genannt. Die Ressourcen setzen sich systemseitig aus Mitarbeitern und Arbeitsmitteln zusammen (3.3.4). Die Arbeitsmittel werden bei der NEESP zusätzlich in Fahrzeuge und weitere Betriebsmittel unterschieden, da den Fahrzeugen in EWM eine eigene Rolle zukommt (3.3.3). Die Betriebsmittel umfassen alle weiteren Güter, die zur Erfüllung der Prozessschritte eingesetzt werden, wie technische Anlagen oder Werkzeuge. Insgesamt setzen sich die Ressourcen aus Mitarbeiter, Fahrzeuge und Betriebsmittel zusammen. Nachdem die Prozessschritte feststehen, wird als nächstes die Verbindung der Prozessschritte erarbeitet. Die Prozessschritte werden über Verbindungen miteinander in Beziehung gesetzt, um den Prozess darzustellen. Im Rahmen der Verbindungen sind einfache Verbindungen, Verzweigungen, Zusammenführungen und Entscheidungen zu betrachten. Da Transporte in der NEESP durch Prozessschritte dargestellt werden, stehen die Verbindungen für keinen Vorgang, sondern stellen lediglich den logischen Zusammenhang her, wie es bei der LWA der Fall ist (5.1.7). Ein Ansatz aus der WA, der für die NEESP herangezogen wird, ist die Unterscheidung von externen und internen Verbindungen (3.3.3). Es ist möglich, dass im Verlauf eines Prozesses über Schnittstellen externe Flüsse in den Prozess einfließen. Diese müssen von den internen Flüssen unterschieden werden können, da externe Transporte andere Voraussetzungen haben (3.3.6). Neben den Verbindungen selbst, stehen die Verzweigung und Zusammenführung paralleler Verbindungen zur Diskussion. Sofern sich ein Prozess in zwei Prozesse aufsplittet oder zwei Prozesse zu einem Prozess zusammenlaufen, muss zwischen vier Möglichkeiten unterschieden werden. Diese Unterscheidung können die Aktivitätsdiagramme aus UML, mit den Parallelisierungs- und Synchronisationsknoten sowie den Verzweigungs- und Verbindungsknoten, nachvollziehbar abbilden (5.4.4). Es ist zu prüfen, ob alle vier Fälle für die Notation von Relevanz sind. Wenn sich ein Prozess in mehrere Folgeprozesse aufteilt, wird zwischen zwei Möglichkeiten unterschieden. Zum einen kann ein Prozess in mehrere Folgeprozesse geteilt werden, wobei diese Folgeprozesse parallel ablaufen (5.4.4). Zum anderen kann es in einem Prozess zu einer Entscheidung kommen, wonach nur einer der Folgeprozesse angestoßen wird. (5.4.4). Die gleichen Möglichkeiten bestehen ebenfalls für die Zusammenführung von Prozessen. Die Prozesse können entweder ohne Bedingung zusammenlaufen, sodass ein Folgeprozess entsteht oder es wird bei mehreren eintreffenden Prozessen eine Bedingung überprüft, bevor der Folgeprozess gestartet wird. Die zweite Art der Zusammenführung ist für die NEESP nicht von Relevanz, da diese Zusammenführung im Materialfluss nicht möglich ist. Die drei Möglichkeiten sind somit die Entscheidung, die Verzweigung (ohne Bedingung) und die Zusammenführung (ohne

Bedingung). Als nächstes wird auf die Darstellung der Flächen geschaut. Dabei sind zwei Fragen zu klären. Zum einen stellt sich die Frage, auf welcher Ebene die Flächen abgebildet werden. Zum anderen ist zu klären, welche Flächen grundsätzlich voneinander unterschieden werden. Um festzulegen, auf welcher Ebene die Flächen dargestellt werden sollen, wird erneut die Abbildung in EWM herangezogen. Laut der Organisationsstruktur in EWM wird zwischen Lagernummer, Lagertyp, Lagerbereich und Lagerplatz unterschieden (3.3.1). Die Unterscheidung von Flächen anhand der Lagernummer ist nicht sinnvoll, da mit dieser ein zu großer Bereich des Lagers abgedeckt wird. Der Lagerbereich kann nicht als Standard zur Unterscheidung genutzt werden, da dieser optional ist. Auf Basis des Lagerplatzes könnten sehr detaillierte Flächen im Prozess dargestellt werden. Die Angabe des Lagerplatzes für eine Fläche ist sinnvoll, wenn ein Prozessschritt nur auf genau diesem Lagerplatz stattfinden kann. Falls ein Prozessschritt auf hundert verschiedenen Lagerplätzen stattfinden kann und eine Unterscheidung der Flächen nach dem Lagerplatz durchgeführt werden würde, müssten hunderte verschiedene Flächen einzeln angegeben werden. Diese Vorgehensweise ist in der Regel nicht sinnvoll. Die sinnvollste Ebene, auf der Flächen im Standard dargestellt werden, ist der Lagertyp. Dieser fasst Lagerplätze zusammen, die ähnliche Eigenschaften aufweisen. Die Lagerplätze eines Lagertyps liegen häufig physisch am gleichen Ort, lagern das gleiche Material oder verwenden die gleiche Lagermethodik (3.3.1). Aus diesem Grund werden Flächen bei der NEESP dann unterschieden, wenn diese Flächen unterschiedliche Lagertypen aufweisen. Im nächsten Schritt ist zu klären, welche Arten von Flächen bei der Notation unterschieden werden sollen. Auf Basis der Informationen aus EWM wurde entschieden, dass vier Flächen nach der Funktion differenziert werden. Die Fläche zur Lagerung stellt in EWM den Standard einer Fläche dar (3.3.1). Diese wird anhand des Lagertyps definiert. Optional kann der Lagerbereich oder der Lagerplatz angegeben werden, wenn diese direkt angesteuert werden. Die zweite Fläche ist die Bereitstellungszone. Die Bereitstellungszone findet im Wareneingang direkt nach der Entladung und im Warenausgang direkt vor der Beladung Anwendung (3.3.1). Um diese zu definieren, müssen die Bereitstellungszone (gleichzusetzen mit dem Lagertyp) und die Bereitstellungszone (gleichzusetzen mit dem Lagerbereich) definiert werden (3.3.1). Zudem sind jeder Bereitstellungszone die Lagertore zuzuweisen. Die dritte Fläche ist der Arbeitsplatz. Arbeitsplätze kennzeichnen die Fläche, die zur Durchführung von Aktivitäten mit Beständen oder HUs genutzt wird (3.3.1). Unter Aktivitäten fallen Prozessschritte, wie das Verpacken, Dekonsolidieren oder Qualitätsprüfungen. Es gibt zwei Möglichkeiten einen Arbeitsplatz im Prozess anzusteuern. Entweder es wird direkt ein Arbeitsplatz oder eine Arbeitsplatzgruppe angesteuert, die mehrere gleichartige Arbeitsplätze zusammenfasst (3.3.1). Für mehrere Arbeitsplätze können gemeinsame Ein- und Ausgangsbereiche angelegt werden, die systemseitig über Lagerbereiche definiert werden. Bei beiden Möglichkeiten muss zuerst ein Lagertyp definiert werden. Für einen bestimmten Arbeitsplatz wird im nächsten Schritt der Lagerplatz festgelegt. Wenn die Eingangs- und Ausgangsbereiche für mehrere Arbeitsplätze angesteuert werden soll, dann sind die beiden Lagerbereiche anzugeben (3.3.1). Die vierte und letzte Fläche ist die Transportunit. Für diese kann das Lagermittel, also etwa ein Container, sowie das Packmittel angegeben werden, welches die maximalen Abmaße und Gewichte festlegt (3.3.1). Die TU wird als eigene Fläche in die NEESP integriert, um das Beladen von einer Bereitstellungszone auf eine TU darstellen zu können. Nachdem alle inhaltlichen Aufgaben für den Materialfluss erfüllt sind, gilt es die Zeichen und Symbole festzulegen. Zuerst wird dabei auf die Prozessschritte zurückgeblickt. Ergebnis der Entwicklung sind elf Prozessschritte. Mehrere Ansätze zur Gruppierung wurden verworfen. Letztendlich wurde das Lagern als eigene

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Gruppe festgelegt, um die Nicht-Bearbeitung des Materials herauszustellen. Grundsätzlich wurde bereits entschieden, dass Prozessschritte des Materialflusses blau dargestellt werden. Als Form wurde für die Prozessschritte ein Rechteck gewählt (Abbildung A - 83). Ausnahme bleibt die Nicht-Bearbeitung des Materials, die angelehnt an die LWA als Dreieck dargestellt wird. Eine Sanduhr als Symbol soll zeigen, dass Material über einen gewissen Zeitraum nicht gehandhabt wird. Ausgehend von den Prozessschritten wurde ausgearbeitet, welche Informationen über den Materialfluss mitgeführt werden müssen (Abbildung A - 83). Diese können grundsätzlich unterteilt werden in Material, Ressourcen und Flächen. Um die Informationen zum Material und zu den Ressourcen eindeutig voneinander zu trennen, werden diese nicht auf die gleiche Art und Weise dargestellt. Anhand der Wertstrommethode kann beispielhaft begutachtet werden, wie Material und Ressourcen in einem Datenkasten dargestellt werden (5.1.6) (5.1.7). Bei Übertragung dieser Darstellungsweise auf die zu entwickelnde Notation, würden in einem Datenkasten zu viele Informationen dargestellt werden. Der Prozessschritt der Verpackung würde bis zu neun Punkte umfassen. Sowohl für das Material als auch für die Ressourcen wird eine eigene Darstellungsform gesucht, um die Informationen getrennt und damit übersichtlicher darstellen zu können. Das Material kann mit bis zu sechs Punkten für einen Prozessschritt einen höheren Informationsbedarf aufweisen, als die Ressourcen. Aus diesem Grund wird für das Material die Darstellungsform des Datenkastens angewandt (Abbildung 7-7). Der Datenkasten wird als Bestandteil aus der WA genutzt (5.1.6) (5.1.7). Für die Ressourcen wird aus der IUM das Konzept der Aktionen und Objekte herangezogen (5.6.4). Dort werden den Aktionen, die mit den Prozessschritten der NEESP zu vergleichen sind, Objekte zugewiesen. Eines dieser Objekte sind Ressourcen. Über die Zuordnung des Objekts Ressource zu dem Prozessschritt kann abgebildet werden, welche Ressourcen zur Erfüllung des Prozessschrittes eingesetzt werden. Für die Ressourcen wird ein abgerundetes Rechteck zur Darstellung genutzt (Abbildung 7-8). Wie bereits definiert, werden die Ressourcen in Mitarbeiter, Fahrzeuge und weitere Betriebsmittel unterteilt. Die Zuteilung der Ressourcen erfolgt 1:1 pro Prozessschritt über eine Zuordnung. Die Zuordnung ist ein Bestandteil der EPK, durch die Organisationseinheiten und Ressourcen zugeteilt werden (5.3.4). Als nächstes werden die Verbindungen visualisiert. Die Verbindung von Prozessschritten wird auf Grundlage der WA in externe und interne Verbindungen unterschieden (5.1.6). Die internen Verbindungen werden die Regel sein, weshalb für diese auf einen einfachen Pfeil zurückgegriffen wird. Für externe Verbindungen wird ein dickerer Pfeil genutzt (Abbildung A - 89). Die Verzweigung anhand einer Entscheidung wird über eine Raute dargestellt, wie es unter anderem bei BPMN 2.0 und UML der Fall ist (5.2.4) (5.4.4). Die Verzweigung und Zusammenführung ohne Bedingung wird, angelehnt an UML, in Form eines vertikalen Strichs visualisiert (5.4.4) (Abbildung 7-8). Mehrere Verbindungen können in diese hinein- und wieder hinauslaufen. Das letzte Thema, welches zur Erstellung von Symbolen noch bearbeitet wird, sind die Flächen. Es wird grundsätzlich zwischen den vier Flächen Lager, Bereitstellungszone, Arbeitsplatz und Transportunit unterschieden. Für jede Fläche werden individuelle Informationen angefordert, durch welche diese eindeutig gekennzeichnet werden. Die Flächen werden als farbiges Rechteck den Prozessschritten hinterlegt, wie es von der LWA bekannt ist (5.1.7). Die vier Flächen erhalten eine eigene Farbe, wodurch direkt die Funktion einer Fläche erkenntlich ist (Abbildung 7-8).

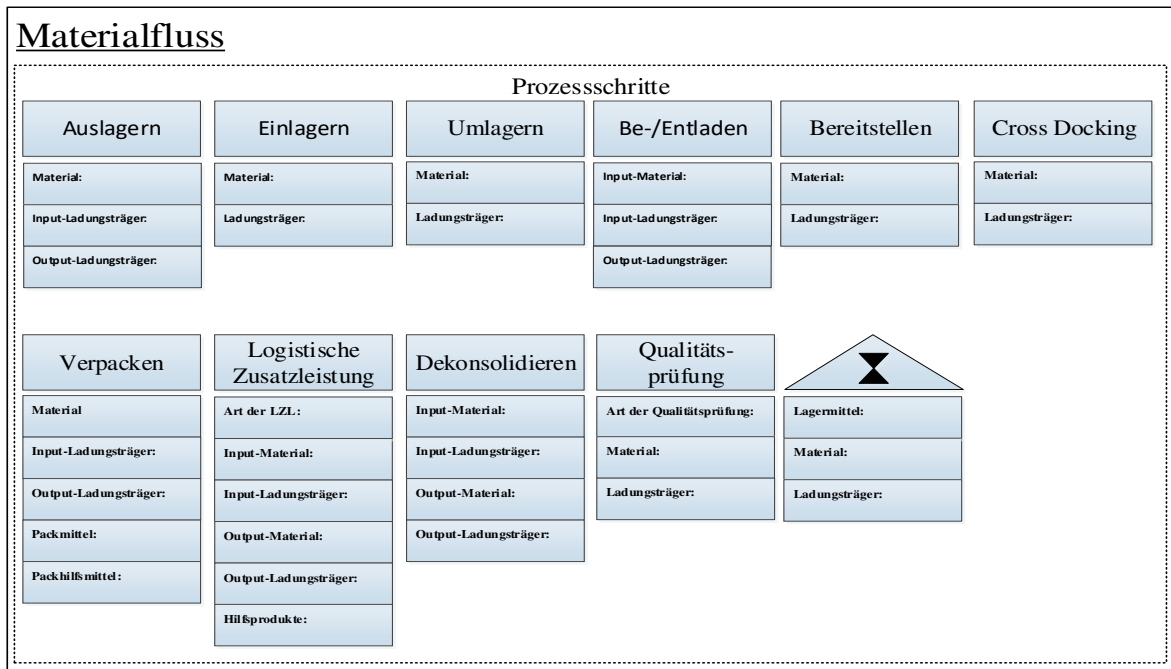


Abbildung 7-7: NEESP: Materialfluss - Prozessschritte

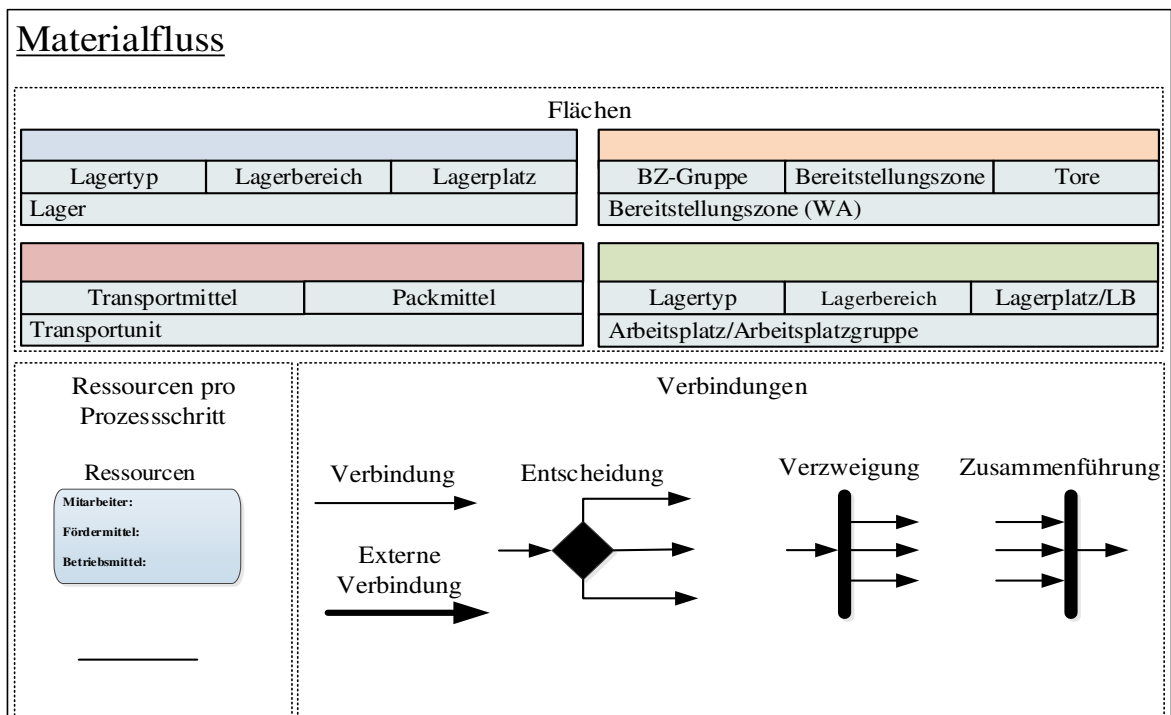


Abbildung 7-8: NEESP: Materialfluss - Flächen, Ressourcen, Verbindungen

Nach Abschluss des Materialflusses wird die Abbildung des Informationsflusses erarbeitet. Der Informationsfluss wird, aufgrund der Orientierung der Notation an EWM, ein sehr umfassender Teil der Prozessmodelle sein. Systemseitig laufen viele Prozesse ab, die es für den Informationsfluss zu betrachten gilt. Wie beim Materialfluss startet die Entwicklung des Informationsflusses mit der Analyse der Prozessschritte. Diese werden gruppiert, bevor für jeden Prozessschritt die notwendigen Informationen herausgearbeitet werden. Im Anschluss ist die Verbindung der Prozessschritte im Informationsfluss zu definieren. Abschließend werden die Symbole erstellt. Zuerst wird auf Basis von EWM aufgearbeitet, welche Prozessschritte im Informationsfluss für die NEESP in Frage kommen.

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Hierbei gestaltet sich die Suche im Vergleich zum Materialfluss nicht so leichtgängig, da keine standardisierten Schritte definiert sind. Um alle Prozessschritte des Informationsflusses zu ermitteln, die von der Entladung bis zur Beladung ablaufen, werden diese einzeln für den Wareneingang, lagerinterne Prozesse und den Warenausgang aufgenommen (3.3.3). Die Vorgehensweise der Ermittlung lässt sich beispielhaft am Wareneingang erläutern. Der Prozess wird ab dem Moment betrachtet, wo ein LKW am Tor angedockt ist und entladen werden soll. Nun wird Schritt für Schritt von der Entladung bis zur Einlagerung geprüft, welche Prozessschritte dort systemseitig ablaufen. Die Entladung wird mit einer Entlade-Lageraufgabe beauftragt. Diese werden in Lageraufträgen gebündelt und über Queues der passenden Ressource zugeordnet. Die Annahme des Lagerauftrags wird von der Ressource quittiert (3.3.3). Die notwendigen Informationen zur Erfüllung des Auftrags werden durch das System mitgeliefert. Die Ressource führt den Lagerauftrag aus und quittiert abschließend. Auf diese Art und Weise wird der gesamte Prozess durchlaufen. Das Ergebnis ist eine Tabelle mit allen Prozessschritten im Informationsfluss von der Entladung bis zur Beladung (Abbildung A - 84). Alle Prozessschritte werden über die Grenzen Wareneingang, lagerinterne Prozesse und den Warenausgang hinweg zusammengefasst. Daraus resultiert eine Liste mit 27 möglichen Prozessschritten im Informationsfluss. Diese Prozessschritte müssen im Folgenden geprüft werden, ob eine Darstellung anhand der NEESP sinnvoll ist. Anschließend müssen diese zusammengefasst und verallgemeinert werden, mit dem Ziel maximal neun standardisierte Prozessschritte zu erhalten (A.7.1). In einem ersten Schritt wurden die Prozessschritte hinsichtlich der Funktion und Anwendung in Gruppen eingeteilt (Abbildung A - 85). Eine Gruppe besteht aus den Findungen. Diese bezeichnen Suchvorgänge anhand von Kriterien, die im EWM ablaufen (3.3.3). Dabei werden pro Findung zuvor festgelegte Kriterien überprüft, durch die ein Ergebnis ermittelt wird. Die zweite Gruppe umfasst die Prozessschritte, die eine steuernde Funktion übernehmen. Steuernde Funktion meint, dass mit Hilfe dieser Prozessschritte die Prozesse im Lager organisiert, ausgelöst oder quittiert werden. Ein Beispiel hierfür sind die Lageraufgaben. Diese stellen offene Aufgaben dar, die Ressourcen zur Erfüllung zugeordnet werden. Nach Abschluss der Lageraufgabe wird diese quittiert und ggf. direkt eine Folge-Lageraufgabe erzeugt (3.3.3) (3.3.4). Die dritte Gruppe beinhaltet alle Informationen, die von EWM an die Ressourcen und von den Ressourcen zurück an EWM gesendet werden. EWM schickt bspw. Informationen an eine Ressource, die zum Drucken von Etiketten benötigt werden. Ressourcen können über Scanner verschiedene Änderungen an der HU-Hierarchie vornehmen, die an EWM geschickt werden (3.3.4). Die vierte Gruppe stellt die Systeme dar. Neben EWM finden weitere Systeme, wie ERP oder QIE, Anwendung im Prozess (3.1) (3.3.3). Um abbilden zu können, welche Prozessschritte in welchen Systemen stattfinden und welche Informationen aus welchem System stammen, müssen diese mitgeführt werden. Das Ergebnis der Gruppierung sind vier Gruppen. Auf der derzeitigen Informationsgrundlage lässt sich nicht definieren, ob es sinnvoll ist, all diese Prozessschritte darzustellen und ob die Gruppen in der NEESP umgesetzt werden sollten. Um diese Entscheidungen treffen zu können, werden die Prozessschritte im nächsten Abschnitt detaillierter betrachtet. Der Informationsfluss ist aufgrund der Nähe zu EWM sehr mächtig. Eine zu detaillierte oder zu umfassende Darstellung kann einen Informationsoverload und damit Unübersichtlichkeit zur Folge haben. Aus diesem Grund muss, bei der Auswahl der relevanten Prozessschritte und Gruppen für den Informationsfluss, immer die Sinnhaftigkeit einbezogen werden. Begonnen wird mit der Gruppe der Findungen. Jede Findung wird anhand anderer Kriterien vorgenommen (3.3.3) Diese wurden für die Findungen ausgearbeitet (Abbildung 7-9).

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Lagertyp	Lagerbereich	Lagerplatztyp	Finaler Platz
Anhand der Lagertypschreihenfolge: -Einlagersteuerkennzeichen -Lagerprozessart -Auslagersteuerkennzeichen -Mengenklassifizierung -Gefahrstoffe -Bestandsart -Lagernummer	-Lagernummer -Lagertyp -Gefahrenstufung -Lagerbereichskennzeichen -fortlaufende Nummer	-Lagernummer -Lagertyp -HU-Typ -fortlaufende Nummer	-Einlagerstrategien -Auslagerstrategien
Arbeitsplatz	Bereitstellungszone/Tor	Route	Konsolidierungsgruppe
Je nach Art des Arbeitsplatzes: -Route -Aktivitätsbereich -HU-Typgruppe -Von-Lagertyp -Konsolidierungsgruppe -...	-Lagertyp -HU-Typgruppe -...	-Startpunkt -Zielpunkt -Lieferdatum -Dokumententyp -Gewicht -Gefahrstoffkonditionen	-Lagernummer -Route -Warenempfänger -Priorität der Lieferposition -Zugriff über das Tor
Lagerprozessart	Queues		
-Lagernummer -Belegart -Positionsart -Lieferpriorität -Steuerungskennzeichen -Prozesskennzeichen	-Lagerprozessart -Von-Aktivitätsbereich -Nach-Aktivitätsbereich -Lagerplatzzugriffstyp -Aktivität -Zusätzliche Kriterien		

Abbildung 7-9: Informationsbedarf der Findungen

Auf Grundlage dieser Kriterien wird überprüft, welche Findungen wichtig sind und ob Findungen zusammengefasst werden können. Die ersten vier Findungen (Lagertyp, Lagerbereich, Lagerplatztyp, finaler Platz) beziehen sich auf die Bestimmung eines Lagerplatzes. Bei der Einlagerung wird mit Hilfe der vier Findungen der finale Einlagerplatz bestimmt (3.3.3). Bei der Auslagerung hingegen werden lediglich der Lagertyp und die Auslagerstrategie zur Findung des Auslagerplatzes herangezogen (3.3.4). Es lässt sich erkennen, dass diese Findungen, sofern beteiligt am Suchvorgang, immer gemeinsam ablaufen. Aus diesen Gründen werden diese für die NEESP unter einer Findung zusammengefasst. Die Findung unterteilt sich in Lagertyp, Lagerbereich, Lagerplatztyp und Strategie für den finalen Platz. Für die Darstellung der Kriterien der Findungen bestehen in der NEESP mehrere Möglichkeiten. Diese werden am Beispiel des Lagertyps erläutert. Die Lagertyp-Findung vergleicht bis zu sieben Kriterien (Abbildung 7-9). Hierfür werden Tabellen genutzt, die im Rahmen der NEESP nicht sinnvoll in das Prozessmodell eingearbeitet werden können. Bei komplexen Findungen kann aus diesem Grund auf weitere Dokumente verwiesen werden. Falls für eine Findung nur ein bestimmtes Kriterium entscheidend ist, kann dieses eingetragen werden. So können dem Prozessmodell relevante Informationen zugeführt werden. Für die Lagertyp-, Lagerbereich- und Lagerplatztyp-Findung sind beide Möglichkeiten umsetzbar. Für die Findung des finalen Platzes wird die Angabe der Einlager- oder Auslagerstrategie erwartet (3.3.3) (3.3.4). Für die Arbeitsplatz- und Bereitstellungszone-Findung besteht ebenfalls die Möglichkeit, direkt Kriterien für die Findungen einzutragen oder auf ein Dokument zu verweisen. (3.3.4). Bei der Lagerprozessart-Findung werden bis zu sechs Kriterien abgeglichen (Abbildung 7-9). In der NEESP können diese Kriterien direkt angegeben werden, um darzustellen, welche Kriterien zu welcher Lagerprozessart führen. Die bisherigen Findungen müssen dargestellt werden, um wichtige Informationen für den Prozess zu liefern. Die Queue-, Routen- und Konsolidierungsfindung und weitere Suchvorgänge können bei Bedarf über „weitere Findungen“ abgebildet werden. Es besteht die Gefahr, dass bei Darstellung aller Suchvorgänge die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit des Prozessmodells gefährdet wird. Bei den Prozessschritten der Steuerung wurden ebenfalls die Informationen ermittelt, die im System abgebildet werden oder für den Prozessschritt wichtig sind (Abbildung 7-10).

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Lageraufgabe -Objekt -Menge -Von-Lagerplatz -Nach-Lagerplatz -Lagerprozessart	Lagerauftrag -Lageraufgaben -Lagerauftragsstellungsregeln	LZL-Auftrag -Menge -Hilfsprodukte -Packspezifikation -LZL-Aktivität	Prüfbelege -Positionen -Prüfregel Prüfverfahren Ermittlung Prüfumfang Probeziehungweisung Prüfhäufigkeit Codes Andere Systeme Bestandsart der Ware
Quittierung -Lieferbelege -Lageraufgaben -Lagerplätze ...	Ressourcenmanagement -Ressourcengruppen -Ressourcen -Ressourcentypen -Queue (in Sequenz)	Wellenmanagement -Wellenvorlagen Bezeichnung Freigabemethode Wellenart Typ Zuordnung -Wellenvorlagenoptionen Zeiten Kapazitätsprofil (Grenzen)	Lagerprozessart -Aktivität -Lagerprozessstyp Optional -Von-Lagertyp (Einlagerung) -Von-Lagerplatz (Einlagerung) -Nach-Lagertyp (Auslagerung) -Nach-Lagerplatz (Auslagerung) -Kompletter Lagerungsprozess

Abbildung 7-10: Informationen pro Prozessschritt der Steuerung

Die Prozessschritte der Steuerung konnten weiter gruppiert werden. Bei den ersten vier Prozessschritten handelt es sich um Aufgaben, die systemseitig erzeugt und anschließend zur Bearbeitung an die Ressourcen verteilt werden (3.3.3). Je nach Art der Aufgabe, liefern diese unterschiedliche Informationen. Die Lageraufgabe stößt in EWM Prozessschritte an. Um den Prozessschritt durchführen zu können, werden der Lageraufgabe alle Informationen übergeben. Die Lageraufgabe wird zwischen HU- und Produkt-Lageraufgabe unterschieden. Die HU-Lageraufgabe ist ein Beleg für die Warenbewegung einer HU. Die Produkt-Lageraufgabe ist ein Beleg für physische Warenbewegungen oder Bestandsveränderungen (3.3.3). Einige der Informationen der Lageraufgaben sind für die NEESP von Relevanz. Das Objekt und die Menge werden im Materialfluss ersichtlich sein. Eine Darstellung im Informationsfluss ist überflüssig. Die Lagerprozessart gilt übergreifend für eine Aktivität und muss nicht für jede Lageraufgabe angegeben werden. Der Nach- und Von-Lagerplatz der Lageraufgabe werden durch die Lagerprozessart oder eine Findung bestimmt oder sind bereits bekannt, da es sich um eine Folge-Lageraufgabe handelt. Wenn der Abschluss eines Prozessschrittes quittiert wird, kann daraus direkt eine Folge-Lageraufgabe resultieren. Diese enthält bereits den Von-Lagerplatz, da das zu bewegende Material im System auf diesem eingebucht ist. In der NEESP ist für die Lageraufgabe anzugeben, woher der Von- und Nach-Lagerplatz geliefert werden. Eine HU-Lageraufgabe ist als Input für die Prozessschritte Einlagern, Auslagern, Umlagern, Beladen, Entladen, Cross-Docking und Bereitstellen verpflichtend. Für die Prozessschritte Verpacken und Dekonsolidieren muss eine Produkt-Lageraufgabe angegeben werden, mit der die Bewegung des Materials zwischen den HUs umgesetzt wird. Für jede Lageraufgabe wird anhand der Aktivität und des Aktivitätsbereichs eine Lagererstellungsregel gefunden (3.3.4). Die Lagererstellungsregel wird angewandt, um die Lageraufgaben anhand mehrerer Kriterien zu Lageraufträgen zusammenzufassen (3.3.4). Die Lageraufträge werden an die Ressourcen übergeben. Auf die Darstellung der Lageraufträge und der LAER wird in der NEESP verzichtet, da die Darstellung keinen Mehrwert liefert. Die LAER sind zu umfassend, um in dem Prozessmodell dargestellt zu werden. Die Darstellung der Lageraufträge würde nur zeigen, dass Lageraufgaben in Lageraufträgen zusammengefasst werden. Dies bringt keinen Mehrwert. Die wichtigen Informationen sind in der Lageraufgabe verankert. LZL-Aufträge erfüllen die Aufgabe der Lageraufgabe in Bezug auf

Prozessschritte der LZL (3.3.3). Die Informationen der Menge, das Hilfsprodukt und die LZL-Aktivität sind bereits im Materialfluss. Die Packspezifikation kann im LZL-Auftrag genannt werden. Für Qualitätsprüfungen werden Prüfbelege genutzt (3.3.3). Diese geben die betroffenen Positionen der Qualitätsprüfung an und basieren auf einer Prüfregele. Die Prüfregele umfasst sieben verschiedene Kriterien, welche die informatorische Grundlage für die Qualitätsprüfung schaffen. Die Positionen werden nicht angegeben, da diese für den allgemeinen Prozess nicht bekannt sind. Aus diesem Grund kann an dieser Stelle lediglich auf die Prüfregele verwiesen werden. Die Lageraufgabe, der LZL-Auftrag und der Prüfbeleg übernehmen ähnliche Funktionen im Prozess, weshalb diese einheitlich als Steuerung der Prozessschritte dargestellt werden. Die Quittierung stellt einen Sonderprozessschritt dar, da diese mehrfach während der Erfüllung der Aufgaben vollzogen wird. Da die Quittierung von hoher Wichtigkeit ist, wird diese als eigener Aspekt der Steuerung bewertet (3.3.3). Um dieser Bedeutung nachzukommen, wird die NEESP die Möglichkeit besitzen, alle zu quittierenden Aufgaben gesammelt abzubilden. Bei den Prozessschritten Ressourcenmanagement, Wellenmanagement und Lagerprozessart handelt es sich um Vorgänge, die im System durchlaufen werden und die nach Abschluss Informationen für den weiteren Prozess liefern (3.3.3) (3.3.4). Um das Ressourcenmanagement abbilden zu können, muss die Notation mindestens Queues und Ressourcengruppen erfassen. In den Queues werden die Lageraufträge gesammelt. Eine Ressourcengruppe umfasst diejenigen Ressourcen, welche die gleichen Eigenschaften aufweisen und somit für die Erfüllung der gleichen Lageraufgaben eingesetzt werden können (3.3.3). Die Ressourcengruppen sind eine wichtige Information für den Prozess. Da eine Abbildung von Queues, der Queue-Findung und Lageraufträgen zu umständlich und unübersichtlich ist und keinen nennenswerten Mehrwert liefert, wird die Information der Ressourcengruppe direkt in die Lageraufgabe übernommen. Dieser Zustand entspricht nicht dem Zustand in EWM, eine andere Darstellung macht jedoch keinen Sinn. Das Wellenmanagement lässt sich in Wellenvorlagen und Wellenoptionen unterteilen. Wellenoptionen lassen sich in der Notation nicht sinnvoll einbeziehen, da Informationen im Vordergrund stehen, die bei einer allgemeinen Prozessbetrachtung noch nicht vorhanden sind (3.3.3). Die Wellenvorlagen könnten theoretisch in die Notation mit einbezogen werden, da dort Informationen angelegt werden, die auch im Vorhinein definiert werden können. Jedoch sind auch die Wellenvorlagen so angelegt, dass diese im Tagesgeschäft angepasst werden können (3.3.3). Aus diesem Grund ist die Einbindung des Wellenmanagements als kritisch zu betrachten. Die Lagerprozessart hingegen ist für die Notation sehr relevant. Für jeden Lagerungsprozess ist eine Lagerprozessart zu definieren. Pflichtparameter sind dabei die Aktivität und der Lagerprozessstyp. Optional sind, wenn bekannt, der Von-Lagerplatz und Von-Lagertyp bei einer Einlagerung, sowie der Nach-Lagerplatz und Nach-Lagertyp bei einer Auslagerung anzugeben (3.3.3). Im System wird der Lagerprozessart der gesamte Lagerungsprozess hinterlegt. Dieser wird bei der NEESP durch die Anordnung der Prozessschritte realisiert. Sofern mit der Notation mehrere Lagerungsprozesse alternativ zueinander dargestellt werden, sind mehrere Lagerprozessarten abzubilden. Zu Beginn des Informationsflusses ist eine Lagerprozessart-Findung darzustellen. Die genaue Vorgehensweise zur Abbildung der Prozesse mit der NEESP wird in einem späteren Abschnitt behandelt. Die nächste Gruppe ist die Informationsausgabe/-eingabe. Zu dieser gehören Informationen, die vom System zu einer Ressource geliefert werden und von einer Ressource zum System (Abbildung A - 86). Für Prozessschritte kann es notwendig sein, wichtige Informationen, wie Transportbelege und Transportdokumente, abzubilden (3.3.4). Aus diesem Grund wird in der Notation

die Möglichkeit bestehen, eingehende und ausgehende Informationen in einfacher Form zu visualisieren. Die letzte Gruppe umfasst die Systeme. Die meisten Prozessschritte und Informationen, die in der NEESP betrachtet werden, laufen in EWM ab. Es gibt einzelne Aspekte, die für EWM von Relevanz sind, jedoch aus anderen Systemen stammen (3.1) (3.3.3). Um eine klare Abgrenzung der Inhalte zu schaffen, werden alle Prozessschritte und Informationen, die in anderen Systemen ablaufen oder aus anderen Systemen stammen, gekennzeichnet. Hierfür wird eine eigene Darstellungsform erzeugt, die den Informationen und Prozessschritten direkt zugeordnet werden kann. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass alle Informationen und Prozessschritte, die in der NEESP nicht gesondert gekennzeichnet werden, per Annahme in EWM ablaufen. Im nächsten Schritt werden die Verbindungen im Informationsfluss herausgearbeitet. Im Materialfluss wurde an dieser Stelle eine Unterscheidung von internen und externen Verbindungen gemacht. Dies ist im Informationsfluss nicht notwendig, da extern ablaufende Prozesse durch die Kennzeichnung des Systems erkennbar sind. Da der Informationsfluss auf einzelne Prozessschritte des Materialflusses bezogen wird, sind weder Entscheidungen, noch Zusammenführungen oder Verzweigungen im Informationsfluss abzubilden. Das Ergebnis der Verbindungen im Informationsfluss ist damit eine einzige Verbindung, die den Zusammenhang der Abläufe und Informationen herstellt. Die erste Gruppe, für welche die Symbolik herausgearbeitet wird, ist die der Findungen. Für den Informationsfluss sind mehrere Symbole für die unterschiedlichen Prozessschritte notwendig. Diese wurden aus den analysierten Notationen herangezogen oder selbst entwickelt. Für die Findungen wird ein Trapez als Symbol angewandt (Abbildung A - 90). Dieses wurde aus der WA adaptiert (5.1.6). Es wird im Standard zwischen fünf Findungen unterschieden, der (Von-/Nach-) Lagerplatz-Findung, der Findung der Lagerprozessart, der Arbeitsplatz-Findung, der Bereitstellungszonen-Findung und weiteren Findungen. Für die ersten beiden Findungen wurde eine standardisierte Darstellung inklusive des Informationsbedarfs entwickelt (Abbildung A - 90). Die weiteren Findungen oder Suchvorgänge, können über das Symbol der weiteren Findungen abgebildet werden. Die zweite Gruppe umfasst die direkte Steuerung einzelner Prozessschritte. Hierunter fallen Lageraufgaben, LZL-Aufträge und Prüfbelege. Für diese wird ein Oval als Symbol genutzt. Für alle drei Belege wurden Datenkästen formuliert, welche die im Standard benötigten Informationen abfragen (Abbildung A - 90). Da die weiteren „steuernden“ Bestandteile im Informationsfluss nicht direkt einen Prozessschritt ansteuern, werden für das Quittieren, das Wellenmanagement, das Ressourcenmanagement, die Lagerprozessart und die Lageraufträge eigene Symbole entwickelt. Das Quittieren erhält ein eigenes Symbol, welches die Möglichkeit bietet, alle Aufgaben der Quittierung pro Prozessschritt detailliert anzugeben. Die Aufgaben des Quittierens werden über ein Rechteck mit einer abgerundeten Seite dargestellt, welches aus der WA adaptiert wird (5.1.6) (Abbildung 7-11). Die weiteren Prozessschritte werden unter dem Begriff „Systemabläufe“ zusammengefasst. Unter Systemabläufen werden alle Prozesse gesammelt, die im System ablaufen und dort Informationen erzeugen, die dann an anderer Stelle verarbeitet werden. Für die Lagerprozessart wurden die wichtigsten Informationen herausgearbeitet und im Standard anhand von Datenkästen dargestellt (Abbildung 7-11). Alle weiteren Systemabläufe, wie das Wellenmanagement, können über das Symbol mit der Bezeichnung „Vorgang“ dargestellt werden. Da deren Abbildung im Rahmen der NEESP nicht empfohlen ist, wird auf die Entwicklung standardisierter Datenkästen verzichtet. Die dritte Gruppe umfasst alle Informationen, die von EWM an die Ressourcen und von den Ressourcen an EWM geschickt werden. Hierfür wird ein Symbol in Form eines Blattes genutzt, welches in BPMN zur Darstellung von Dokumenten und Informationen verwendet wird (5.2.4)

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

(Abbildung 7-11). Die Systeme stellen die letzte Gruppe dar. Diese werden durch ein dreigeteiltes Rechteck visualisiert, welches aus der WA stammt (5.1.6) (Abbildung 7-11). Die Darstellung des Informationsflusses wird auf der Annahme beruhen, dass alle dort abgebildeten Prozessschritte in EWM ablaufen. Lediglich die außerhalb von EWM ablaufenden Prozessschritte oder außerhalb von EWM gelieferten Informationen müssen daher mit einem System gekennzeichnet werden.

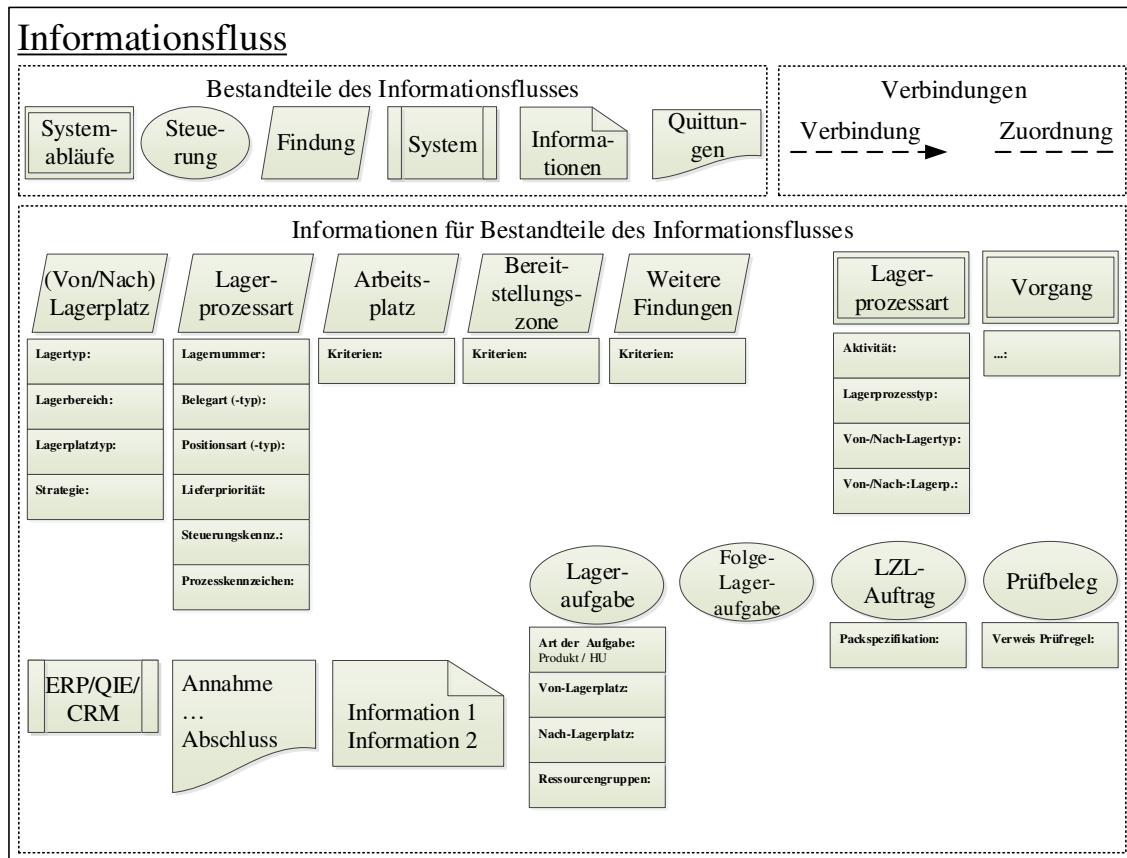


Abbildung 7-11: NEESP: Informationsfluss

Nachdem der Informations- und Materialfluss entwickelt wurden, gilt es, das Zusammenwirken der beiden Flüsse detaillierter zu betrachten. Aus der Anforderungsanalyse haben sich die Anforderungen ergeben, dass für die Flüsse getrennte Symbole existieren, deren Interaktion dargestellt werden kann und die Flüsse räumlich getrennt sind. Die räumliche Trennung wird über die Pools und Lanes aus BPMN realisiert (5.2.4). Dort werden diese genutzt, um den Austausch zwischen Systemen oder Organisationen darzustellen. Für die NEESP gilt, dass der Pool den gesamten Prozess umfasst. Die Lanes unterscheiden in Material- und Informationsfluss. Der Informationsfluss wird in der oberen, der Materialfluss in der unteren Lane dargestellt. Der Prozess wird Lagerungsprozess für Lagerungsprozess abgebildet. Um dies übersichtlich zu gestalten, werden Lagerungsprozesse über Linien voneinander getrennt (3.3.3). Wie genau der Prozess in Lagerungsprozesse zerlegt wird, beschreibt das Vorgehen, welches im nächsten Abschnitt erörtert wird. Bei der Darstellung paralleler Lagerungsprozesse kann es dazu kommen, dass sich häufig Linien schneiden. Zur Wahrung der Übersichtlichkeit werden Prozesswegweiser in die NEESP eingebaut. Ein Prozesswegweiser unterbricht eine Linie an einer Stelle und führt diese an einer anderen Stelle weiter. Das Konzept der Prozesswegweiser stammt von der EPK (5.3.4). An dieser Stelle sind zwei weitere Inhalte zu besprechen, die nicht zur Interaktion der Flüsse gehören, jedoch beide Flüsse betreffen. Der erste

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

Inhalt betrifft Anmerkungen. Die Darstellung von Anmerkungen wird aus der BPMN übernommen (5.2.4). Diese werden genutzt, um etwas zu erläutern. Der zweite Inhalt betrifft offene Punkte. Die Erstellung von Prozessmodellen ist ein Prozess, bei dem es dazu kommen kann, dass offene Punkte über längeren Zeitraum diskutiert oder geklärt werden müssen. Hierfür wird das Symbol der offenen Punkte aus der WA adaptiert (5.1.6). Mit Hilfe dieses Symbols können im Prozess offene Punkte eingetragen werden, die sich in Klärung befinden. Für die Interaktion der Flüsse muss die Verbindung zwischen den Flüssen festgelegt werden. Dabei besteht entweder die Möglichkeit, eine Verbindung der beiden Flüsse ebenfalls für die Interaktion der Flüsse zu verwenden oder ein eigenes Zeichen für die Interaktion einzusetzen. Eine Ausweitung der Verbindung des Materialflusses auf die Interaktion ist nicht sinnvoll, da diese Verbindung bisher logische Abfolgen darstellt. Eine Ausweitung der Verbindung des Informationsflusses hingegen wäre möglich. Diese zeigt systeminterne Vorgänge an. Eine Ausweitung würde bedeuten, dass neben den systeminternen Vorgängen ebenfalls die Interaktion des Systems mit Ressourcen einbezogen wird. Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung einer eigenen Verbindung für die Interaktion. Drei verschiedene Verbindungen können unübersichtlicher erscheinen und sind komplizierter für den Anwender. Diese bringen den Vorteil, dass eine Unterscheidung der systeminternen Vorgänge und der Vorgänge möglich ist, die im Materialfluss ausgelöst werden oder physische Prozessschritte im Materialfluss auslösen. Aus diesem Grund wird eine dritte Verbindung für die Interaktion genutzt. Im Laufe der Entwicklung ist mehrfach aufgekommen, dass im Materialfluss Informationen als Input und als Output vorkommen werden. Wenn mehrere Informationen dargestellt werden, führt das zu Unübersichtlichkeit (Abbildung 7-12). Aus diesem Grund werden die Objektknoten aus der UML in abgewandelter Form Anwendung finden (5.4.4). In der NEESP werden diese genutzt, um die eingehenden und ausgehenden Informationen zu unterteilen (Abbildung 7-12). Da die Verbindungen im Material- und Informationsfluss durchgängig und gestrichelt sind, wird für die Interaktion auf eine gepunktete und gestrichelte Linie zurückgegriffen (Abbildung 7-11). Durch diese Darstellung soll eine möglichst große Abgrenzung zu den anderen Verbindungen erfolgen. Die Abbildung der Prozesswegweiser als kleiner Punkt mit Nummerierung wird aus der EPK übernommen (5.3.4). Die Darstellung der Anmerkungen erfolgt nach dem Standard aus BPMN (5.2.4). Die Darstellung der offenen Punkte orientiert sich an der WA (5.1.6). Die Farbe Gelb wurde gewählt, um die Wichtigkeit der offenen Punkte zu untermauern (Abbildung 7-11). Für die Objektknoten werden Symbole erstellt, die an den Prozessschritten im Materialfluss angebracht werden (Abbildung 7-11). Da der Informationsfluss oberhalb des Materialflusses liegt, werden die Objektknoten oberhalb der Prozessschritte angebracht. Auf der Abbildung ist der Unterschied in der Darstellung ersichtlich. Die Objektknoten werden mit I für Input und O für Output gekennzeichnet (Abbildung 7-12).

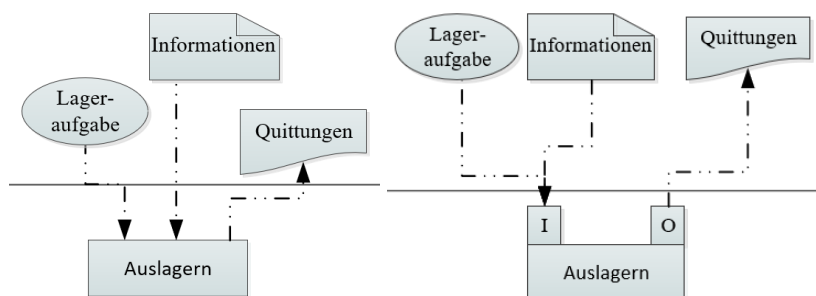


Abbildung 7-12: Anwendung der Objektknoten

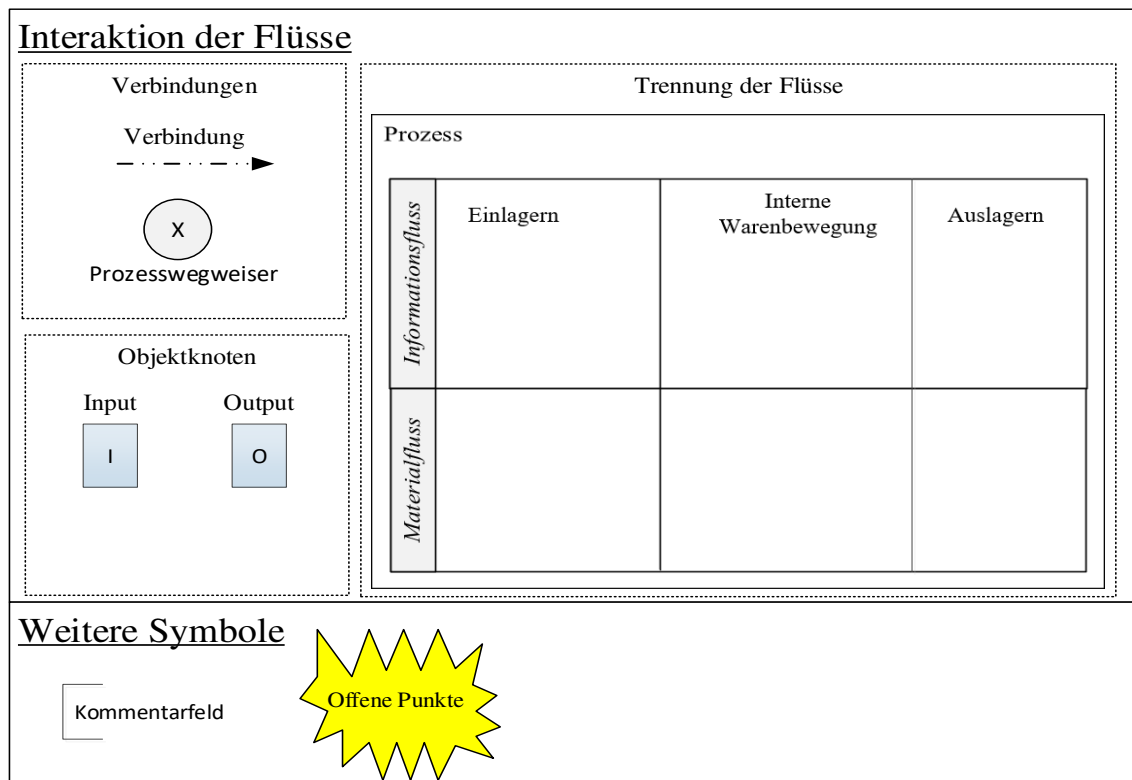


Abbildung 7-13: NEESP: Interaktion und weitere Symbole

Nun gilt es noch die Struktur der Prozessmodelle der NEESP zu betrachten und ein standardisiertes Dokument über die Ergebnisse zu erzeugen. Das Dokument soll gewährleisten, dass die Anforderung über die schnelle Erlernbarkeit erfüllt werden kann. Das hauptsächliche Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung der Notation, also der Symbole und Zeichen. Aufgrund der Komplexität und den Spezifika von EWM reicht es jedoch nicht aus, einfach nur Symbole zu erstellen und den Rest dem Anwender zu überlassen. Aus diesem Grund wird um die Notation herum eine einfache Methode aufgebaut, die aus einem Vorgehen, Aufgaben, Regeln und Erläuterungen besteht. Das Dokument umfasst neben der Notation diese Methode. Zuerst wird die Struktur der Prozessmodelle der NEESP erläutert. Um ein Prozessmodell zu erzeugen, das den Ansprüchen von EWM gerecht wird, sind einige Regeln und ein Vorgehen zu befolgen. Der Prozess wird zuerst in Abschnitte zerlegt. Das wichtigste Steuerungselement in EWM ist die Lagerprozessart. Für einen darzustellenden Lagerungsprozess wird die Lagerprozessart und damit einhergehend die Aktivität und der Lagerprozessstyp bestimmt. Der Lagerprozessstyp unterscheidet zwischen Einlagerung, Auslagerung, interner Lagerbewegung und Inventur (3.3.2). Die Inventur kann für die NEESP ausgeklammert werden. Aus diesem Grund muss der Prozess in Abschnitte unterteilt werden, die entweder nur Einlagerung, Auslagerung oder interne Lagerbewegung sind. Wenn der Prozess beispielsweise in die Abschnitte Ein- und Auslagerung zerlegt worden ist, muss im nächsten Schritt geprüft werden, wie viele alternative Lagerungsprozesse pro Abschnitt möglich sind. Jeder dieser alternativen Wege wird über eine Lagerprozessart abgebildet. Für jede Lagerprozessart der Aktivität werden zwei Lanes angelegt. Eine Lane ist für den Material- und eine Lane für den Informationsfluss. Im Anschluss kann jede Lagerprozessart eigenständig modelliert werden. Das Modellieren startet mit dem Materialfluss. Im Materialfluss werden zuerst die eingehenden Schnittstellen in Form von externen oder internen Lieferanten abgebildet. Der erste Prozessschritt ist immer das Lagern auf einer Fläche. Das Material

7 - Entwicklung der Notation zur SAP-EWM-spezifischen Prozessabbildung

befindet sich entweder in einem Lager oder auf einer Transportunit. Ab diesem Moment teilt sich der Abschnitt mit Hilfe einer Entscheidung auf, falls mehrere Lagerprozessarten bestehen. Der zweite Prozessschritt und damit der erste Prozessschritt der jeweiligen Lagerprozessart wird anhand des Lagerprozessstyps bestimmt. Dieser unterscheidet zwischen Einlagerung, Auslagerung und interner Lagerbewegung. Eine Einlagerung beginnt immer mit dem Prozessschritt Entladen, bei der internen Lagerbewegung und der Auslagerung wird mit der Auslagerung gestartet. Für den Rest des Lagerprozessart werden die Prozessschritte abgebildet und mit Informationen bestückt. Der vorletzte Prozessschritt wird erneut über die Regeln ermittelt. Der letzte Prozessschritt ist wiederum das Lagern auf einer Fläche. Im Anschluss an die Darstellung der Prozessschritte werden die Verbindungen gesetzt. Dabei gilt die Regel, dass jeder Prozessschritt nur eine eingehende und eine ausgehende Verbindung besitzt. Die Verzweigungen, Zusammenführungen und Entscheidungen werden über eigene Symbole abgebildet. Bei Ab- und Zuflüssen in den Prozess ist zu beachten, dass kein Material verschwindet. Für alle Prozessschritte ist abschließend anzugeben, auf welchen Flächen diese stattfinden. Hierfür werden die Flächen den Prozessschritten hinterlegt. Soweit bekannt, werden die Informationen pro Fläche ausgefüllt. Abschließend sind die ausgehenden Schnittstellen zu bestimmen. Der Abschnitt wird durch eine Linie im Pool visuell beendet. Die Darstellung des Materialflusses ist beendet. Für den nächsten Abschnitt startet die Vorgehensweise erneut. Der Informationsfluss beginnt mit der Lagerprozessart-Findung. Je nachdem wie viele Lagerungsprozesse in einem Prozessmodell dargestellt werden, besteht das Ergebnis aus einer oder mehreren Lagerprozessarten. Für jeden Lagerungsprozess muss genau eine Lagerprozessart mit den zugehörigen Informationen angegeben werden. Dies ist notwendig, da die Lagerprozessart den Lagerungsprozess mitführt und somit definiert (3.3.3). Für jeden Prozessschritt ist im Anschluss als Input ein Beleg anzugeben. Dabei kann es sich um eine Lageraufgabe, einen LZL-Auftrag oder einen Prüfbeleg handeln, je nachdem welchen Prozessschritt es betrifft. Teilweise können Belege als Output aus einem Prozessschritt entspringen, wenn Folge-Lageraufgaben oder logistische Folgeaktivitäten geplant sind (3.3.3). Als Output werden für jeden Prozessschritt die Aufgaben der Quittierung aufgelistet. Die Aufgaben geben jede Quittierung an, die während des Prozessschrittes durchzuführen ist. Des Weiteren können als Input oder Output weitere Informationen über das zugehörige Symbol dargestellt werden. Hierunter fallen Dokumente oder die Aufnahme von Gewicht und Abmaße. Zu den Belegen sind die passenden Findungen anzugeben und auszufüllen. Gegebenenfalls werden neben der Lagerprozessart weitere Systemvorgänge abgebildet. Falls Systeme außer EWM Anwendung finden, sind diese über das Symbol der Systeme zu kennzeichnen. Über die Verbindungen werden im Informationsfluss die einzelnen Symbole miteinander verbunden. Abschließend werden die Symbole, die direkt in Interaktion mit dem Materialfluss stehen, sowie Lageraufgaben mit dem Input- oder Output-Objektknoten der Prozessschritte verbunden. Die Symbole und Zeichen, das Vorgehen, die Aufgaben im Material- und Informationsfluss, die Regeln, Erläuterungen und Beispiele wurden in einem Dokument zusammengefasst (A.7.6).

8. Validierung

8.1 Anwendungsfall zur Validierung

8.1.1 Das Unternehmen Windmüller und Hölscher

Die Windmüller und Hölscher Kommanditgesellschaft (WuH) wurde 1869 von Gottfried Windmüller und Hermann Hölscher gegründet und hat sich seitdem im Bereich Maschinen und Anlagen zur Herstellung und Verarbeitung flexibler Verpackungen zu einem der Branchenprimi entwickelt. Das Aufgabenfeld des Unternehmens umfasst dabei die Bereiche Forschung & Entwicklung, Produktion, Vertrieb und den Service.

8.1.2 Projekt „Logistik 4.0“

Logistik 4.0 ist ein Projekt bei Windmüller und Hölscher, welches aus mehreren Handlungsbedarfen, wie der hohen Komplexität in der Logistik, niedriger Transparenz und dem fehlenden Einsatz neuartiger Technologien, resultiert. Namentlich ist das Projekt an das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 angelehnt (Kagermann, et al., 2013). Das Projekt Logistik 4.0 zielt auf die Verbesserung der Transparenz, Effizienz und Wandlungsfähigkeit. Erreicht werden sollen diese Ziele durch die Einführung von EWM, die Analyse und Optimierung der bestehenden Prozesse, den Einsatz neuartiger Technologien, Schulungen und weiterer Arbeitspakete.

Aufgrund der Reichweite, Komplexität und langfristigen Auslegung des Projektes wurde dieses in verschiedene Systeme unterteilt, wodurch die Planbarkeit, durch die klarere Struktur und Übersichtlichkeit, verbessert wurde. Die Systeme umfassen jeweils einzelne Bereiche der Logistik. Für jedes System wurde ein eigener Zeitplan entwickelt, der die Phasen Wertstromaufnahme, Wertstromdesign, EWM-Abbildung und abschließende Ausführung beinhaltet. Im Rahmen der EWM-Abbildung arbeitet WuH mit einem Dienstleister zusammen, der die Betreuung im Hinblick auf die Software übernimmt.

8.2 Prozess für die Validierung

Für die Validierung wird der Prozess für Großteile aus dem Neumaschinenversand von Windmüller und Hölscher genutzt. Ausgangspunkt ist der sogenannte Puffer vor der Verpackung. Von der Montage wird das Material auf diesem Puffer abgestellt. Die Mitarbeiter holen das Material von diesem Puffer und prüfen, ob es konserviert werden muss. Falls dies der Fall ist, wird das Material zur Konservierung gebracht und dort bearbeitet. Anschließend erfolgt der Transport auf eine Verpackungsfläche. Dort findet die Verpackung in mehreren Schritten statt. Nach der Verpackung wird das Material auf eine Fläche gebracht, auf der es bis zur Beladung steht. Das Material wird auf einen LKW geladen und verlässt von dort das Unternehmen.

8.3 Prozessmodell der NEESP

Nach dem Vorgehen ist der Prozess zu Beginn in Abschnitte zu zerlegen. Der Prozess besteht aus einem Abschnitt. Dieser wiederum besteht aus zwei Lagerprozessarten, da zwei alternative Wege möglich sind. Das Material kann entweder erst in die Konservierung fahren oder direkt in die Verpackung. Der Lagerprozessstyp ist jeweils eine Auslagerung. Die Aktivität ist PICK (Auslagerung). Die Lagerprozessarten werden nacheinander aufgebaut. Zuerst sind die Aufgaben des Materialflusses

zu erfüllen. Insgesamt wird ein Pool mit vier Lanes angelegt. Die Aktivität und der Lagerprozessstyp werden für jede Lagerprozessart in eine Lane eingetragen. Als Lieferant ist die Montage zu nennen. Der direkte Kunde ist ein externer Spediteur, der das Material zum Endkunden bringt. Der erste Prozessschritt ist das Lagern auf dem Puffer vor der Verpackung. Der letzte Prozessschritt ist das Lagern auf dem LKW, also einer Transportunit. Der zweite Prozessschritt muss nach den Regeln das Auslagern und der letzte Prozessschritt das Beladen sein. Zwischen diesen Prozessschritten werden die weiteren Prozessschritte Konservieren als LZL, Umlagern, Verpacken, Etikettieren als LZL, das Bereitstellen und das Lagern auf der Bereitstellungszone dargestellt. Nachdem alle Prozessschritte definiert sind, gilt es den Verlauf der Lagerungsprozesse über die Verbindungen, Verzweigungen usw. darzustellen. Direkt nach dem ersten Prozessschritt des „Lagerns auf dem Puffer vor der Verpackung“ wird eine Entscheidungsraute eingebracht. Diese stellt dar, dass mehrere Lagerungsprozesse für diesen Abschnitt des Prozesses möglich sind. Ein Kommentar kennzeichnet diesen Zustand. Die Entscheidungsraute erhält Verbindungen zu den Prozessschritten der beiden Lagerungsprozesse. Eine der Verbindungen wird über einen Prozesswegweiser realisiert, um keine Kreuzung der Linien zu verursachen. Vor und nach dem Verpacken und Etikettieren kommt es zu einer Zusammenführung und einer Verzweigung, da dort Zuflüsse von Holz und Verpackungsmaterial sowie Abflüsse von den Ladungsträgern vorliegen. Wenn alle Prozessschritte in Verbindung gesetzt sind, gilt es die Ressourcen zuzuordnen. Jeder Prozessschritt, außer dem Lagern, erhält ein Symbol für Ressourcen. In diese werden jeweils die Mitarbeiter, Fördermittel und weitere Betriebsmittel eingetragen. Anschließend werden die Flächen den Prozessschritten hinterlegt. Mindestens jeder Prozessschritt, der keine HU-Bewegung zwischen zwei Lagerplätzen zur Folge hat, muss auf einer Fläche stattfinden. Die Flächen werden nach den verschiedenen Funktionen unterschieden und mit den vordefinierten Informationen gefüllt. Wenn nicht bereits laufend geschehen, sind alle Informationen auszufüllen, die durch die Symbole erfragt werden. Falls zum Zeitpunkt der Modellerstellung noch offene Punkte existieren, dann sind diese über das entsprechende Symbol einzutragen. Zum Abschluss werden alle Regeln des Materialflusses überprüft, um eventuelle Versäumnisse auszuschließen.

Die Informationsflussaufgaben starten mit der Darstellung einer Lagerprozessart-Findung für jeden Lagerungsprozess. Im System läuft lediglich eine Findung ab. Jedoch wird in der NEESP eine Findung pro Lagerungsprozess dargestellt, um zeigen zu können, welche Kriterien dazu führen, dass ein bestimmter Lagerungsprozess durchlaufen wird. Das Ergebnis der Lagerprozessart-Findung ist die Lagerprozessart, die den Lagerungsprozess systemseitig definiert. Für die Lagerprozessart ist die Aktivität und der Lagerprozessstyp anzugeben. Optional enthält die Lagerprozessart Informationen über den Nach-Lagertyp und Nach-Lagerplatz bei einer Auslagerung, oder Informationen über den Von-Lagertyp und Von-Lagerplatz bei einer Einlagerung. Für jeden Prozessschritt im Materialfluss werden die passenden Belege im Input eingetragen. Falls ein Prozessschritt eine Folge-Lageraufgabe erzeugt, ist diese ebenfalls einzutragen. Für die Lageraufgaben ist zu klären, wie diese den Von-Lagerplatz und Nach-Lagerplatz erhalten. Dies kann über die Lagerprozessart, eine Findung oder auch eine Folge-Lageraufgabe geschehen. Im Prozessmodell sind die Lageraufgaben entsprechend mit der Findung oder der Folge-Lageraufgabe zu verbinden. Auf die Verbindung mit der Lagerprozessart wird verzichtet, da diese in jede Lageraufgabe des Lagerungsprozesses mit eingeht. Eine Darstellung würde die Übersichtlichkeit verschlechtern. Für jeden Prozessschritt werden die Aufgaben der Quittierung angegeben. Darunter fällt jede Aufgabe, welche die Ressource bei der Durchführung des

8 - Validierung

Prozessschritts quittieren soll. Falls Input- oder Outputinformationen anfallen, wie Transportdokumente oder Gewichtsangaben, dann sind diese abzubilden. Alle Bestandteile des Informationsflusses, die nicht in EWM ablaufen, sind durch ein externes System zu kennzeichnen. Wenn noch nicht laufend geschehen, sind alle Verbindungen zwischen den Symbolen im Informationsfluss untereinander und zum Materialfluss einzutragen. Wie im Materialfluss werden die offenen Punkte über das zugehörige Symbol eingetragen und abschließend die Regeln des Informationsflusses überprüft.

Die Modellierung des Abschnitts ist damit abgeschlossen. Falls ein weiterer Abschnitt des Prozesses dargestellt werden soll, wird eine Trennung in die Lanes eingetragen und das Vorgehen startet von Neuem. Da bei diesem Beispiel alle Abschnitte abgebildet worden sind, ist die Prozessmodellierung abgeschlossen.

8.4 Prüfung der Anforderungserfüllung

Nachdem die NEESP erstmalig zur Abbildung eines Prozesses genutzt worden ist, gilt es das Ergebnis zu überprüfen. Um ein gleichwertiges Ergebnis im Vergleich zu den zuvor analysierten Notationen zu sichern, werden zur Überprüfung die Anforderungen aus der Anforderungsanalyse herangezogen.

Die erste Anforderung, [...] Abbildung verzweigter Prozesse [...], kann von der NEESP erfüllt werden. Die Schnittstellen des Prozesses lassen sich über die internen und externen Schnittstellen angeben. Sowohl der sequentielle als auch der parallele Ablauf sind über Entscheidungen, Verzweigungen und Zusammenführungen darstellbar.

Ein Prozess wird mit der NEESP über mehrere Prozessschritt dargestellt, die über Verbindungen zueinander in Beziehung gesetzt sind. Jeder Prozessschritt hat eine Bezeichnung, der die Funktion erläutert. Über Datenkästen lassen sich pro Prozessschritt viele Informationen abbilden. Damit ist die zweite Anforderung, [...] Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte, erfüllt.

Die dritte Anforderung, [...] Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt [...], ist ebenfalls erfüllt. Grund dafür ist, dass es für beide Flüsse und deren Interaktion eigene Symbole gibt und diese durch Lanes voneinander getrennt sind.

Die NEESP bezieht Ressourcen spezifisch mit ein. Diese werden über ein eigenes Symbol abgebildet. Dabei wird zwischen drei unterschiedlichen Ressourcen (Mitarbeiter, Fördermittel, Betriebsmittel) unterschieden. Über die Zuordnung werden die Ressourcen einzeln den Prozessschritten zugewiesen. Die Anforderung, [...] Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten [...], ist erfüllt.

Das gleiche gilt für die vierte Anforderung Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten [...]. Die Handling Units werden über Datenkästen für jeden Prozessschritt angegeben. Dabei werden diese durch Material und Ladungsträger dargestellt, um Veränderungen an der Handling Unit sichtbar zu machen.

Für die Darstellung von Flächen und deren Differenzierung nach Funktion wurde auf Basis der Standards in EWM eine eigene Darstellungsweise entwickelt. Die Farben der Fläche kennzeichnen die

8 - Validierung

Funktion. Die von EWM benötigten Informationen werden abgefragt und die Bezeichnung der Flächen kann angegeben werden. Die Flächen werden den Prozessschritten hinterlegt, um eine eindeutige Zuordnung zu erhalten. Die beiden Anforderungen zu den Flächen, [...] visuelle Darstellung von Flächen und [...] visuelle Differenzierung von Flächen [...], sind erfüllt.

Die NEESP unterscheidet zwischen mehreren Prozessschritten im Material- und Informationsfluss. Diese sind eindeutig nach Funktionen gruppiert und über die Form und Farbe voneinander zu unterscheiden. Die Anforderung, [...] Gruppierung von Prozessschritten [...], ist erfüllt.

Die neunte Anforderung, [...] durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation [...], ist für die NEESP kritisch zu betrachten. Die Kriterien der Anforderungen können alle erfüllt oder teilweise erfüllt werden, da die NESP ein umfassendes Dokument mit Vorgehen, Erläuterungen und Beispielen bietet. Da die Notation neu ist, können außerhalb des Dokuments noch keine Beispiele zu finden sein. Die siebte Anforderung gilt daher als erfüllt. Aus Gründen der Vollständigkeit sei hier jedoch erwähnt, dass Fachkenntnisse zur Handhabung der NEESP notwendig sind. Dieser Umstand lässt sich aufgrund der Orientierung an EWM nicht verhindern. Dies gilt vor allem bei der Darstellung des Informationsflusses. Grund dafür ist die Nutzung der Begriffe, Zusammenhänge und Standards aus EWM, um eine große Nähe zur Software zu schaffen.

Die letzte Anforderung, [...] Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden, ist erfüllt. Die Entscheidungen lassen sich über Entscheidungsrauten darstellen und über Kommentare erläutern. Zudem können Verbindungen mit Begriffen versehen werden, um die Nachvollziehbarkeit zu erhöhen. Die Kreuzung von Linien ist per Reglement untersagt und wird durch Prozesswegweiser umgangen. Die Unterteilung in Material- und Informationsfluss wird über einen Pool mit Lanes umgesetzt. Die Standardisierung der Symbole ist durchgängig und dokumentiert.

Die Übersicht über die Anforderungserfüllung der NEESP findet sich im Anhang (Abbildung A - 104). Über alle Anforderungen hinweg lässt sich festhalten, dass die durchgängige Orientierung der Entwicklung an den Anforderungen und EWM sich im Resultat widerspiegelt. Alle Anforderungen konnten erfüllt werden, sodass objektiv bestätigt werden kann, dass die NEESP im Vergleich zu den analysierten Notationen die beste Notation zur Erstellung von EWM-spezifischen Prozessmodellen ist. Einzige Kritik an der Notation ist die Notwendigkeit von relativ vielen Fachkenntnissen. Für den Materialfluss sind Kenntnisse aus der Logistik von Nöten, da die Begriffe und Zusammenhänge verstanden werden müssen. Der Informationsfluss setzt Kenntnisse zu EWM voraus. Die Notwendigkeit der Fachkenntnisse ließ sich nicht verhindern, um einen Prozess möglichst EWM-spezifisch abbilden zu können.

9. Zusammenfassung und Ausblick

Für die Entwicklung der NEESP wurde ein an das Wasserfallmodell angelehntes Vorgehen genutzt, das aus den Phasen der Anforderungsermittlung, der Analyse der Notationen, dem Entwurf einer neuen Notation, der Realisierung und einem Test bestand. Die Ermittlung der Anforderungen wurde auf Basis des „Guide to the Software Engineering Body of Knowledge“, einem Standard des IEEE, durchgeführt. Die Anforderungen wurden ermittelt, analysiert, beschrieben und revidiert. Bei der Ermittlung der Anforderungen wurde der Informationsbedarf von EWM als Grundlage genutzt. Auf Basis der Informationen, die das System bei der Abbildung von Prozessen fordert, wurden allgemeine Anforderungen aggregiert. Ergebnis waren zehn Anforderungen. Diese wurden mit Qualitätskriterien verifiziert und validiert. Die Beschreibung der Anforderungen wurde mit der Volere-Karte durchgeführt, die alle standardisierten Informationen zu einer Anforderung auf einer Karte zusammenfasst. Als Informationen wurden eine ID, der Typ, die Priorität, eine Bezeichnung, eine Beschreibung, Konflikte zu anderen Anforderungen und Kriterien der Erfüllung mitgeführt. Bei der Revision erfolgte eine abschließende Überprüfung der Anforderungen, bevor diese für die weitere Entwicklung freigegeben wurden. Die Anforderungen gingen direkt in die Analyse der Notationen ein. Jede der Notationen wurde mit den Anforderungen und den dazugehörigen Kriterien der Erfüllung verglichen. In Form von Tabellen wurde festgehalten, welche Notationen welche Anforderungen erfüllen konnten. Falls eine Notation eine Anforderung erfüllte, wurden die wertschöpfenden Bestandteile der Notation, die zur Erfüllung geführt hatten, festgehalten. Ergebnis der Notationsanalyse war eine Übersicht über die Anforderungserfüllung aller Notationen und eine Liste mit den wichtigsten Bestandteilen. Die LWA konnte das beste Ergebnis erzielen, da diese fünf Anforderungen voll erfüllen konnte. Das schlechteste Ergebnis lieferte das Sankey-Diagramm. Die Hauptidee der Notationsanalyse war, dass keine der Notationen ein ausreichendes Ergebnis erzielen konnte, um als Notation zur EWM-spezifischen Prozessmodellierung Anwendung zu finden. Aus diesem Grund wurde beschlossen, die Neuentwicklung einer Notation anzustreben, mit dem Ziel, alle Anforderungen durch die neue Notation erfüllen zu können. Für die Entwicklung wurden die wertschöpfenden Bestandteile der Notationen als wichtige Informationen in die Phase übernommen. Die Entwicklung der neuen Notation (NEESP) wurde in sechs Teile zerlegt. Das Grundkonstrukt der Notation, die Schnittstellen, der Materialfluss, der Informationsfluss, die Interaktion der Flüsse und der Aufbau eines standardisierten Dokumentes. Beim Grundkonstrukt der Notation wurde darüber entschieden, wie die Notation von Grund auf aufgebaut sein soll. Hierbei wurde die WA als Basis hinzugezogen, da diese die beste Lösung zur Trennung von Material- und Informationsfluss bot. Die NEESP besteht daher aus dem Materialfluss, dem Informationsfluss, Input- und Output-Schnittstellen und einem Bereich, indem die Flüsse interagieren. Die Schnittstellen wurden in interne und externe Schnittstellen unterschieden, damit über interne Schnittstellen der Übergang zwischen Organisationsbereichen eines Unternehmens dargestellt werden kann. Für die externen Schnittstellen wurde der Standard aus EWM über die Geschäftspartner herangezogen. Die NEESP unterscheidet zudem zwischen den eingehenden Schnittstellen (Lieferanten) und ausgehenden Schnittstellen (Kunden). Die Prozessschritte für den Materialfluss wurden auf Basis der POLS entwickelt. Ergebnis sind elf Prozessschritte, wovon zehn die Bearbeitung und einer die Nicht-Bearbeitung in Form von Lagern anzeigt. Für jeden Prozessschritt wurde ein Datenkasten entwickelt, der die relevanten Informationen abfragt. Jedem Prozessschritt wird in der NEESP ein Ressourcenkasten zugeordnet,

über den alle Ressourcen zur Erfüllung des Prozessschritts eingetragen werden können. Die Beziehung der Prozessschritte zueinander und damit der Verlauf des Prozesses werden über Symbole für Entscheidungen, Zusammenführungen, Verzweigungen und einfache Verbindungen dargestellt. Den Prozessschritten werden Flächen hinterlegt, die nach der Funktion farblich unterschieden und mit den für EWM relevanten Informationen gefüllt werden. Der Informationsfluss unterscheidet sich in sechs verschiedene Symbole, die Systemabläufe, Steuerungen, Findungen, externe Systeme, Informationen und Aufgaben der Quittierung. Der Informationsfluss wird in sich und mit dem Materialfluss in Verbindung gesetzt. Für jeden Prozessschritt im Materialfluss werden über Objektknoten der eingehende und der ausgehende Informationsfluss angegeben. Die Flüsse werden über einen Pool mit Lanes voneinander getrennt, um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Neben den Flüssen wurde festgelegt, wie ein Prozessmodell aufgebaut und nach welchem Vorgehen die Modellierung durchgeführt wird. Der Prozess wird Lagerungsprozess für Lagerungsprozess aufgenommen. Für jeden Abschnitt des Prozesses werden ein oder mehrere Lagerungsprozesse dargestellt, welche als alternative Wege durch das Lager angesehen werden können. Das Vorgehen gibt vor, dass der Prozess erst in Abschnitte unterteilt werden muss. Jeder Abschnitt wird einzeln betrachtet. Der Abschnitt wird in Lagerungsprozesse unterteilt. Pro Lagerungsprozess sind die Material- und Informationsflussaufgaben zu erledigen. Nach Abschluss werden die gleichen Schritte für den nächsten Abschnitt durchgeführt oder die Prozessmodellierung ist fertiggestellt. Für die Prozessmodellierung gilt es zudem Standards und Regeln einzuhalten, die festgelegt worden sind, um eine möglichst große Nähe zu den Vorgaben aus EWM zu gewährleisten. Der letzte Schritt der Entwicklung ist die Erstellung eines Dokumentes, welches als Grundlage für den Einsatz der NEESP dient. Das Dokument umfasst die Symbole der NEESP, das Vorgehen, die Material- und Informationsflussaufgaben, die Regeln, den Aufbau des Prozessmodells, den Aufbau einzelner Abschnitte, Beispiele und Erläuterungen. Mit der Dokumenterstellung wird die Anforderung erfüllt, dass die Notation schnell erlernt und beherrscht werden kann. Die Realisierung wurde parallel zum Entwurf durch die Erstellung des Dokumentes und einer Microsoft Visio Datei durchgeführt. Die Visio-Datei bietet die Symbole der NEESP als Bausteine, um eine einfache Prozessmodellierung zu ermöglichen. Der Test wurde an Prozessen von Windmüller und Hölscher vorgenommen. Nachdem der Prozess erfolgreich abgebildet wurde, hat eine Überprüfung der NEESP anhand der Anforderungen aus der Anforderungsanalyse stattgefunden. Diese wurden genutzt, um die Ergebnisse mit der Notationsanalyse vergleichen zu können. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die NEESP alle Anforderungen erfüllen und daher das mit Abstand beste Ergebnis im Vergleich zu den anderen Notationen erreichen konnte. Der größte Kritikpunkt lag in den notwendigen Fachkenntnissen, die zur Erstellung eines Prozessmodells anhand der NEESP notwendig sind. Ohne diese Fachkenntnisse ließe sich jedoch kein EWM-spezifisches Prozessmodell erstellen.

Während der Erstellung der Arbeit sind vier Schwierigkeiten aufgetreten. Vor Beginn der Entwicklung galt es ein Vorgehen festzulegen, wodurch die Qualität der Arbeit gewährleistet wurde. Jedoch existiert kein Vorgehensmodell, welches im speziellen auf die Entwicklung einer Modellierungsmethode ausgelegt ist. Aus diesem Grund musste mit dem Wasserfallmodell ein Vorgehensmodell aus einem anderen Fachbereich adaptiert werden. Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, ausreichend Literatur zu den Warehouse-Management-Systemen, im speziellen zu EWM, zu finden. Positiv ist dabei die Literatur von Lange et al. zu nennen, die eine erhebliche

Informationsgrundlage bietet. Eine weitere Schwierigkeit war die Ermittlung der Anforderungen. Auf der einen Seite sollten die Anforderungen auf dem Informationsbedarf von EWM aufgebaut sein, um eine möglichst große Fokussierung auf die EWM-Inhalte zu gewährleisten. Auf der anderen Seite mussten die Anforderungen auf einer derart hohen Ebene formuliert werden, um überhaupt mit den Notationen abgeglichen werden zu können. Aus diesem Grund wurden die Informationsbedarfe aus EWM zu übergeordneten, allgemeineren Anforderungen aggregiert. Bei der Entwicklung konnte so sowohl auf die allgemeineren Anforderungen als auch auf die detaillierten Informationsbedarfe aus EWM zurückgegriffen werden. Die letzte Schwierigkeit trat in der Entwicklung selbst auf. In EWM laufen derart viele Prozesse ab, dass nicht der gesamte Informationsfluss sinnvoll dargestellt werden kann. Aus diesem Grund war es notwendig, die wichtigsten Aspekte des Informationsflusses herauszuarbeiten. Zudem mussten sehr viele Entscheidungen getroffen werden, welche Informationen für die einzelnen Abläufe per Datenkästen abgefragt werden. Die Komplexität und die vielen Möglichkeiten bei der Befüllung der Datenkästen, waren ein Grund für die Erstellung des Dokumentes, um die Einarbeitung in die NEESP zu erleichtern.

Nach Abschluss der Arbeit ist festzuhalten, dass drei Punkte noch nicht vollumfänglich geklärt werden konnten, die ggf. weiteren Forschungsbedarf nach sich ziehen. Bei der Erstellung eines Vorgehens für die vorliegende Arbeit fiel auf, dass kein Vorgehensmodell besteht, das für die Entwicklung einer Modellierungsmethode oder Notation entwickelt wurde. Die Entwicklung eines derartigen Vorgehensmodells im Rahmen eines Forschungsprojektes wäre sinnvoll. Der zweite Punkt ist eine umfassendere Validierung im Rahmen eines Projektes. Durch die Erstellung und die Nutzung mehrerer Prozessmodelle für die Abbildung in EWM kann die NEESP detaillierter geprüft werden. Dabei ist vor allem im Informationsfluss zu kontrollieren, ob die Informationen pro Prozessschritt perfekt gewählt sind oder ob weniger oder mehr Informationen dargestellt werden sollen. Zudem gilt es zu prüfen, ob weitere Prozessschritte notwendig sind. Über die Prozessschritte „weitere Vorgänge“ und „weitere Findungen“ könnten beispielsweise das Wellenmanagement oder die LZL-Relevanz dargestellt werden. Für diese Ansätze kann im Rahmen eines Projektes die Sinnhaftigkeit belegt werden. Der dritte Punkt betrifft die Dokumentation. Es ist zu klären, inwieweit die Dokumentation die Einarbeitung neuer Mitarbeiter und die Beherrschung der NEESP ermöglicht. Entweder reicht die Dokumentation bereits aus, um den Mitarbeitern einen Einstieg in die Thematik zu ermöglichen oder es muss ein umfassenderes Dokument aufgebaut werden. Die Bestandteile der NEESP sind ausreichend dokumentiert. Bei Vergrößerung der Dokumentation stünden die EWM-spezifischen Bestandteile im Vordergrund, die detaillierter erläutert und in Zusammenhang gebracht werden müssten. Zur Klärung der offenen Punkte, wäre es empfehlenswert, die NEESP als Notation in einem Projekt anzuwenden, dass sich mit der Modellierung von Prozessen für die Abbildung in EWM beschäftigt.

Literaturverzeichnis

- Abts, M., 2010. *Masterkurs Wirtschaftsinformatik*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Aichele, C. , Schönberger, M., 2014. *IT-Projektmanagement; Effiziente Einführung in das Management von Projekten*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Allweyer, T., 2009. *BPMN 2.0*. Norderstedt: Books on Demand.
- Arndt, H., 2015. *Logistikmanagement*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Arnold, D., 2006. *Intralogistik: Potentiale, Perspektiven, Prognosen*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Arnold, Kuhn , Furmans, 2008. *Handbuch Logistik*. Heidelberg: Springer.
- Balsliemke, F., 2015. *kostenorientierte Wertstromplanung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Bauer, J., 2012. *Produktionscontrolling und -management mit SAP® ERP*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Becker, Kugeler , Rosemann, 2012. *Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung; Konzeption und Praxisbeispiel für ein effizientes Prozessmanagement*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Becker, Mathas , Winkelmann, 2009. *Geschäftsprozessmanagement*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Blom, F. , Harlander, N., 2003. *Logistik-Management; Der Aufbau ganzheitlicher Logistikketten in Theorie und Praxis*. Renningen: Expert.
- Bourque, F., 2014. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. 3 Hrsg. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Brenner, J., 2018. *Lean Production: Praktische Umsetzung zur Erhöhung der Wertschöpfung*. München: Carl Hanser.
- Bundesministerium des Inneren, 2018. *Handbuch für Organisationsuntersuchungen und Personalbedarfsermittlung*. Berlin: Bundesministerium des Inneren.
- Burghardt, M., 2018. *Projekt-Management; Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Projekten*. 10. Auflage Hrsg. Erlangen: Publicis Publishing .
- Cowan, N., 2000. *The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity*. United States of America: BEHAVIORAL AND BRAIN SCIENCES.
- Deutsches Institut für Normung e.V. , 2012. *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen (ISO 9241-303:2011)*. Berlin: Beuth.
- Deutsches Institut für Normung e.V., 2009. *DIN 69901-5*. Berlin: Beuth.
- Dudenredaktion, 2018. *duden.de*. [Online]
Available at: <https://www.duden.de/node/687720/revisions/1852074/view>
[Zugriff am 30 10 2018].

- Dudenredaktion, 2018. *duden.de*. [Online]
Available at: <https://www.duden.de/node/644438/visions/1884104/view>
[Zugriff am 03 11 2018].
- Dudenredaktion, 2018. *duden.de*. [Online]
Available at: <https://www.duden.de/node/687720/visions/1339167/view>
- Dürscheid, C., 2007. *Syntax: Grundlagen und Theorien*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht .
- Erlach, K., 2010. *Wertstromdesign - Der Weg zur schlanken Fabrik*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Fortmann, K.-M. , Kallweit, A., 2007. *Logistik*. Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH.
- Frank, U. , van Laak, B., 2003. *Anforderungen an Sprachen zur Modellierung von Geschäftsprozessen*. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik; Nr. 34 Hrsg. Koblenz: Institut für Wirtschaftsinformatik.
- Fraunhofer, I. P., 2018. *MO²GO*. [Online]
Available at:
https://www.ipk.fraunhofer.de/fileadmin/user_upload/IPK/publikationen/themenblaetter/um_moo_go.pdf
[Zugriff am 8 11 2018].
- Freund, J. , Rücker, B., 2012. *Praxishandbuch BMPN 2.0*. Wien München: Carl Hanser.
- Gadatsch, A., 2012. *Grundkurs Geschäftsprozess-Management*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Gaitanides, M., 2012. *Prozessorganisation: Entwicklung, Ansätze und Programme des Managements von Geschäftsprozessen*. München: Vahlen.
- Grande, M., 2014. *100 Minuten für Anforderungsmanagement*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Grötsch, E., 2004. *SPS, speicherprogrammierbare Steuerungen als Bausteine verteilter Automatisierung*. München: Oldenbourg Industrieverlag.
- Gudehus, T., 2010. *Logistik - Grundlagen, Strategien, Anwendung*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Günthner, Durchholz, Klenk , Boppert, 2013. *Schlanke Logistikprozesse*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Hausladen, I., 2014. *IT-gestützte Logistik; Systeme-Prozesse-Anwendungen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Henderson-Seller, Ralyte, Agerfalk , Rossi, 2014. *Situational Method Engineering*. Heidelberg: Springer.
- Hobel, S., 2006. *Gabler Businesswissen A-Z*. Wiesbaden: Gabler.
- Holl, F., 2007. Software-Gestaltung: Farbe auf dem Bildschirm. *Computer und Arbeit 8-9*.
- Institute of Electrical and Electronic Engineering, 1993. *Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. New York: Institute of Electrical and Electronic Engineering.

- Kagermann, H., Helbig, J., Wahlster, W., 2013. *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. Frankfurt: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V..
- Klevers, T., 2009. *Wertstrom-Mapping und Wertstrom-Design*. München: FinanzBuch.
- Klöber-Koch, J., Braunreuther, S., Reinhart, G., 2016. *Vorausschauende Produktionsplanung unter Beachtung des operativen Risikos*. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb; Jahrg. 111 (2016) 10 Hrsg. München: Carl Hanser.
- Klug, F., 2018. *Logistikmanagement in der Automobilindustrie; Grundlagen der Logistik im Automobilbau*. Berlin: Springer.
- Koch, S., 2015. *Einführung in das Management von Geschäftsprozessen*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Kohl, H., Mertins, K., Seidel, H., 2016. *Wissensmanagement im Mittelstand*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Kölbel, H., Schulze, J., 1960. *Projektierung und Vorkalkulation in der chemischen Industrie*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Krampe, H., Lucke, H.-J., Schenk, M., 2012. *Grundlagen der Logistik; Theorie und Praxis logistischer Systeme*. München: Huss.
- Lange, Bauer, Persich, Dalm, Sanchez, Adler 2015. *Warehouse Management mit SAP® EWM*. Bonn: Rheinwerk.
- Liebetruth, T., 2006. *Prozessmanagement in Einkauf und Logistik*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Löbner, S., 2013. *Semantik: Eine Einführung*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Mangold, R., 2015. *Informationspsychologie; Wahrnehmen und Gestalten in der Medienwelt*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Martin, H., 2014. *Transport und Lagerlogistik*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Mertins, Jochem, 1993. *Unternehmensmodellierung - Basis für die Unternehmensplanung*. Stuttgart: DIN - Deutsches Institut für Normung e.V..
- Mertins, Jochem, Jäkel, 1994. Reengineering und Optimierung von Geschäftsprozessen. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Nr. 10, s. 479-481.
- Miller, G. A., 1955. *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two Some Limits on Our Capacity for Processing Information*. Philadelphia: American Psychological Association.
- Minonne, C., Colicchio, C., Litzke, M., Keller, T., 2011. *Business Process Management 2011 - Status quo und Zukunft*. -: Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Möller, A., 2000. *Grundlagen stoffstrombasierter Betrieblicher Umweltinformationssysteme*. Bochum: Projekt.

- Muchna, C., Brandenburg, H., Fottner, J., Gutermuth, J., 2018. *Grundlagen der Logistik; Begriffe, Strukturen und Prozesse*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Partsch, H., 2010. *Requirements-Engineering systematisch*. Heidelberg: Springer.
- Pfohl, H.-C., 2016. *Logistikmanagement*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Riegler, T., Bartas, G., Steiner, R., 2017. *TMS Transportation Management System Grundlagenwissen*. North Charleston: CreateSpace.
- Robertson, 2013. *Mastering the Requirements Process*. Courier: Pearson Education.
- Rommelspacher, J., 2011. *Automatisierung von Führungsentscheidungen: Framework, Modellierung und Prototyp*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Royce, W. W., 1987. Managing the development of large software systems. *Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering (ICSE)*, s. 328-338.
- Rupp, C., Queins, S., Sophisten, 2012. *UML2 glasklar*. München: Carl Hanser.
- Rupp, S., 2014. *Requirements-Engineering und -Management*. München: Carl Hanser.
- Sandkuhl, K., Wißotzki, M., Stirna, J., 2013. *Unternehmensmodellierung: Grundlagen, Methode und Praktiken*. Berlin: Springer.
- Sankey, H. s. R., 1896. *The Thermal Efficiency of Steam-Engines*. Vol. 125 Hrsg. London: Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers.
- SAP, 2018. *Digitale Logistikkette*. [Online]
Available at: <https://www.sap.com/germany/products/supply-chain-iot/scm.html>
[Zugriff am 05 06 2018].
- SAP, 2018. *Unternehmensinformationen*. [Online]
Available at: <https://www.sap.com/corporate/de/company.html>
[Zugriff am 05 06 2018].
- Sauerwein, Bailom, Matzler, Hinterhuber, 1996. *The Kano Model: How to delight your customers*. Innsbruck: Universität von Innsbruck.
- Scheer, 2001. *ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen*. Berlin: Springer.
- Scheer, K. N., 1992. *Semantische Prozeßmodellierung*. Saarbrücken: Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi).
- Schmidt, G., 2006. *Common Body of Knowledge for BPM*. Wetztenberg: EUROPEAN ASSOCIATION OF BPM.
- Schmidt, M., 2008. *The Sankey Diagram in Energy and Material Flow Management, Part I*. Part I: History Hrsg. New Haven: Yale University.
- Schmidt, M., 2008. *The Sankey Diagram in Energy and Material Flow Management, Part II*. Part II: Methodology and Current Applications Hrsg. New Haven: Yale University.

- Schnitzer, H., 1991. *Grundlagen der Stoff- und Energiebilanzierung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Seidlmeier, H., 2015. *Prozessmodellierung mit ARIS*. Springer Fachmedien: Wiesbaden.
- Spur, Mertins, Jochem, 1993. *Integrierte Unternehmensmodellierung*. Zürich: DIN Deutsches Institut für Normung e.V..
- Stachowiak, H., 1973. *Allgemeine Modelltheorie*. Wien: Springer.
- Staud, J., 2006. *Geschäftsprozessanalyse*. Berlin Heidelberg: Springer.
- ten Hompel, M., Schmidt, T., 2010. *Warehouse Management; Organisation und Steuerung von Lager- und Kommissioniersystemen*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Verein Deutscher Ingenieure, 2001. *VDI 2519*. Berlin: Beuth.
- Verein Deutscher Ingenieure, 2003. *VDI 3969 (Schnittstellen des Lagerverwaltungssystems zu übergeordneten Systemen)*. Berlin: Beuth.
- Verein Deutscher Ingenieure, 2005. *VDI 3629*. Düsseldorf: Beuth.
- Verein Deutscher Ingenieure, 2015. *VDI 3601 (Warehouse-Management-Systeme)*. Berlin: Beuth.
- V-Modell-Autoren, 2006. *V-Modell XT*. München: c/o 4Soft .
- Walter Ruf, T. F., 2008. *Ganzheitliches IT-Projektmanagement: Wissen, Praxis, Anwendungen*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Wandmacher, J., 1993. *Software-Ergonomie*. Berlin: De Gruyter.
- Wegner, U., Wegner, K., 2017. *Einführung in das Logistikmanagement*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Weißenberg, N., 2010. *Auswirkungen von BPMN 2.0 auf das ERP*. ERP Management, Nr. 1/2010, S.56-58 Hrsg. Berlin: GITO.
- Welsch, N., Liebmann, C. C., 2018. *Farben: Natur, Technik, Kunst*. Berlin: Springer.
- Wertheimer, M., 1923. *Untersuchungen zur Lehre von der Gestaltung*. Berlin: Springer.

A Anhang

A.1. Warehouse-Management-System

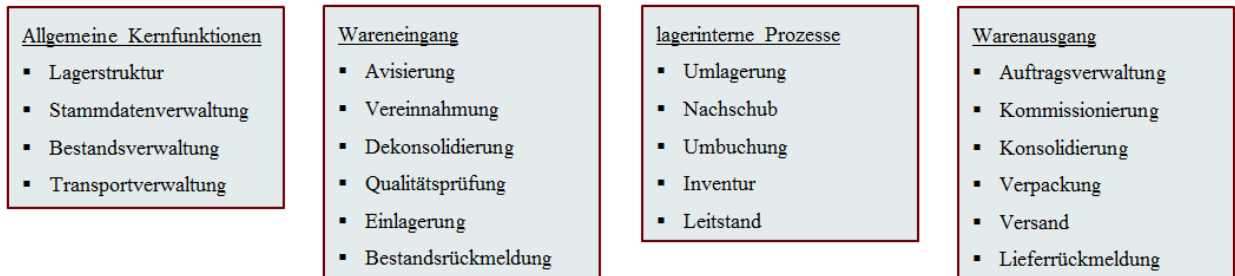


Abbildung A - 1: Kernfunktionen eines WMS nach VDI 3601



Abbildung A - 2: Zusatzfunktionen eines WMS nach VDI 3601

A.2. SAP EWM

A.2.1. Organisationsstruktur

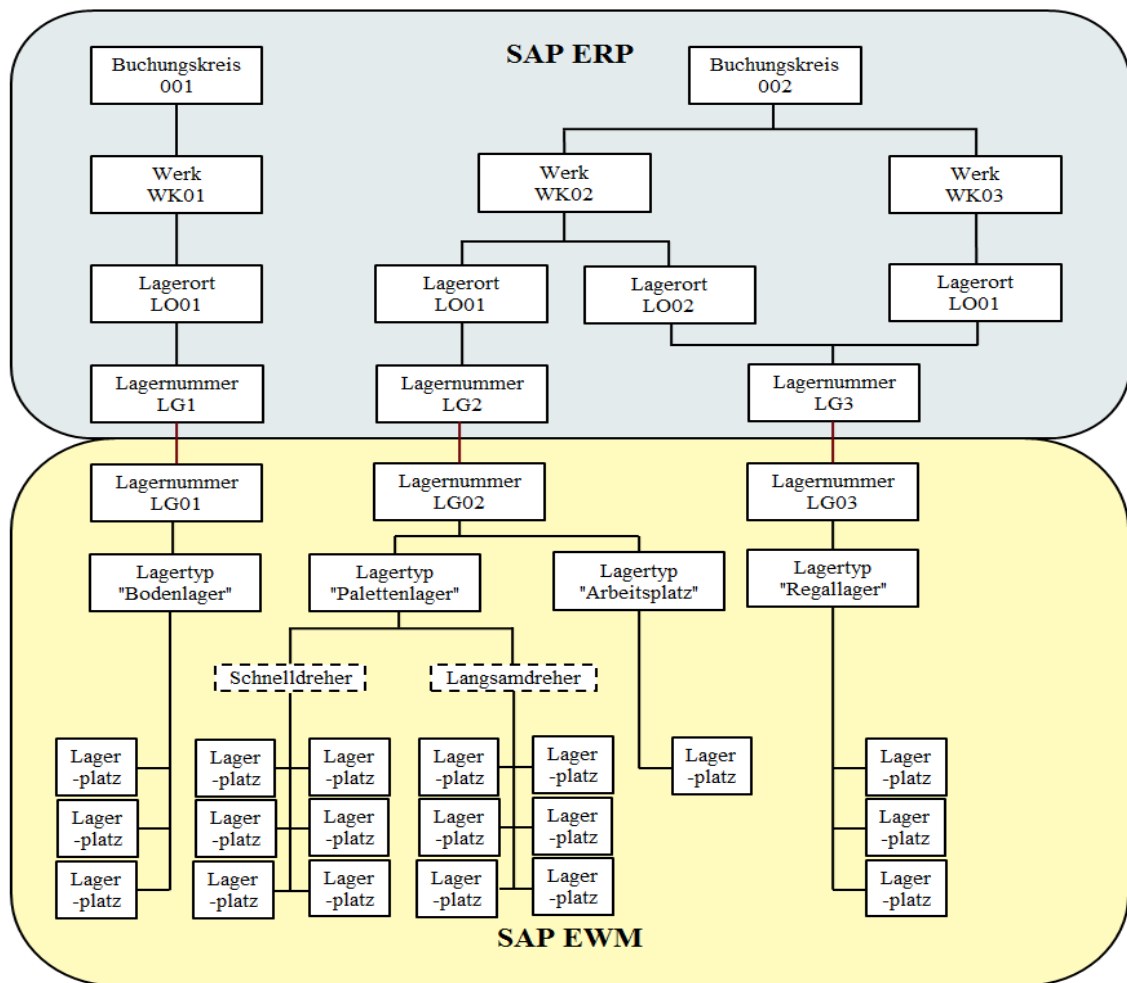


Abbildung A - 3: SAP – Organisationsstruktur

A.2.2. Lagerungssteuerung

interner Lagerungsprozessschritt	Lagerungsprozessstyp
Cross-Docking	Einlagerung
Zählung	Einlagerung, interne Warenbewegung
Beladen	Auslagerung
Verpacken	Einlagerung, interne Warenbewegung, Auslagerung
Auslagern	Auslagerung, interne Warenbewegung
Einlagern	Einlagerung, interne Warenbewegung
Qualitätsprüfung	Einlagerung
Dekonsolidieren	Einlagerung, interne Warenbewegung
Bereitstellen	Auslagerung
Entladen	Einlagerung
logistische Zusatzleistungen	Einlagerung, interne Warenbewegung, Auslagerung

Abbildung A - 4: interne Lagerungsprozessschritte

Anhang

<p><u>Wareneingang & Warenausgang & interne Lagerbewegungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • administrative Prozesse • Yard Management • Ressourcenmanagement • Belege <ul style="list-style-type: none"> - Lageraufgabe - Lagerauftrag - LZL-Auftrag - Prüfbeleg • Lagerprozessart • Findungen <ul style="list-style-type: none"> - Lagerprozessart - Lagertyp - Lagerbereich - Lagerplatztyp - Lagerplatz - Einlager- & Auslagerstrategien - Arbeitsplatz - Bereitstellungszonen & Tor - Route - ... • Weitere Suchvorgänge <ul style="list-style-type: none"> - Packspezifikation - LZL-Relevanz - Wellenvorlagen - Lagerauftragsstellungsregeln • Wellenmanagement 	<p><u>SAP EWM Organisationsstruktur</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lagernummer • Lagertyp • Lagerbereich • Lagerplatz • Aktivitätsbereiche • Bereitstellungszonen • Lagertore • Arbeitsplätze <p><u>Angrenzende Systeme</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ERP • QIE • CRM • ... <p><u>Lagerungssteuerung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • prozessorientierte Lagerungssteuerung <ul style="list-style-type: none"> -interne Lagerungsprozessschritte • layoutorientierte Lagerungssteuerung
---	--

Abbildung A - 5: Informationsbedarf aus SAP EWM

A.3. Modellierungsmethoden

A.3.1. Methode der Wertstromanalyse

Artikel	Produktionsschritt 1	Produktionsschritt 2	Produktionsschritt 3	Produktionsschritt 4	Familien
A- 1	X	X	X		Produktfamilie 1
A- 2		X	X		
A- 3	X	X	X		
A- 4		X	X		
A- 5			X	X	Produktfamilie 2
A- 6			X	X	
A- 7			X	X	
A- 8			X	X	
A- 9			X	X	
A- 10			X	X	
A- 11	X		X		Produktfamilie 3
A- 12	X		X	X	
A- 13	X		X	X	
A- 14	X		X		
A- 15	X		X		

Abbildung A - 6: Produktfamilienmatrix

Lieferant	Steuerung & Informationsfluss	Kunde
Prozesse + Materialfluss		
Zeiten		

Abbildung A - 7: Aufbau eines Wertstroms

A.3.2. BPMN

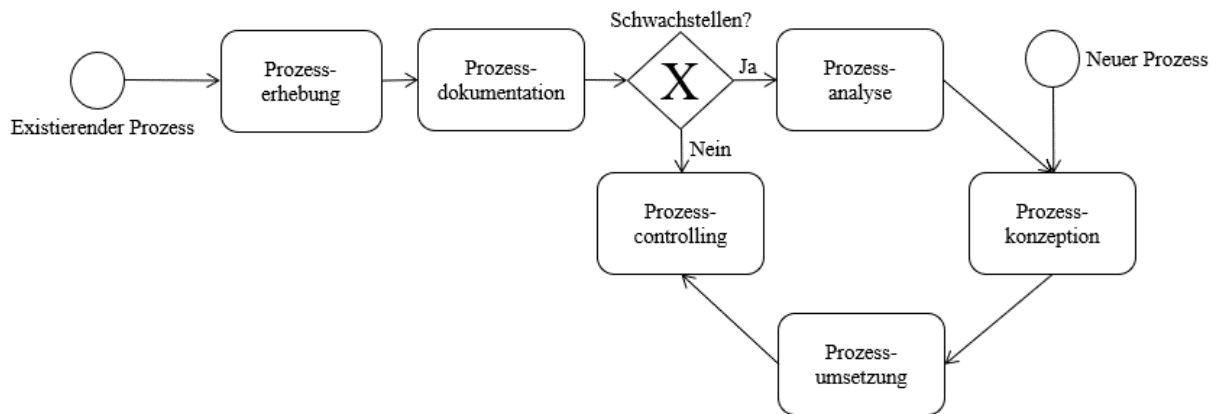


Abbildung A - 8: camunda BPM-Kreislauf

A.4. Prioritätenanalyse

Eine Prioritätenanalyse findet Anwendung, wenn mehrere Anforderungen berücksichtigt werden sollen. In diesem Fall ist die Priorität der Anforderungen zu bestimmen. Das Ergebnis der Prioritätenanalyse ist eine Reihenfolge der Anforderungen nach deren Bedeutung. Zur Erstellung der Reihenfolge wird ein paarweiser Vergleich durchgeführt (Bundesministerium des Inneren, 2018, s. 321ff.).

Als Grundlage für den paarweisen Vergleich wird eine Präferenzenmatrix erstellt (Abbildung A - 9). In der Präferenzenmatrix erhält jede Anforderung jeweils eine Spalte und eine Zeile. Zeilenweise werden die Anforderungen miteinander verglichen und bewertet. Bei der Punktevergabe sind mehrere Alternativen möglich. Im Standard werden 2:0, 1:1 oder 0:2 Punkte vergeben. Wenn eine Anforderung als wichtiger erachtet wird, erhält diese zwei Punkte. Die jeweils andere Anforderung erhält null Punkte. Bei gleicher Relevanz erhalten beide Anforderungen einen Punkt. Die Punkte werden zeilenweise für eine Anforderung addiert. Im Anschluss werden die Anforderungen anhand der Punkte in eine Reihenfolge gebracht. Zusätzlich kann ein Gewichtungsfaktor berechnet werden, der den Anteil der Anforderungen an der Gesamtpunktzahl in Prozent angibt. Die Vorteile der Prioritätenanalyse sind die einfache Anwendung, die Nachvollziehbarkeit und das Ergebnis in Form einer geordneten Anforderungssammlung. Der Nachteil liegt in der Subjektivität der Bewertung, da der Bewertende großen Einfluss auf das Ergebnis nimmt. Aus diesem Grund wird die Prioritätenanalyse häufig von mehreren Personen durchgeführt, deren Ergebnis abschließend gemittelt wird (Bundesministerium des Inneren, 2018, s. 321ff.) (Koch, 2015, s. 99ff.).

		Anforderungen									Punktesumme	Gewichtungsfaktor (%)	Rang
Anforderungen		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1			1	1	1	2	2	1	2	0	10	14	4
2		1		2	2	2	2	1	2	0	12	16	2
3		1	0		1	2	2	0	2	0	8	11	5
4		1	0	1		2	2	0	2	0	8	11	5
5		0	0	0	0		1	0	2	0	3	4	7
6		0	0	0	0	1		0	2	0	3	4	7
7		1	1	2	2	2	2		2	0	12	16	2
8		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	9
9		2	2	2	2	2	2	2	2		18	24	1
Summe											74	100	

Abbildung A - 9: Präferenzenmatrix

A.5. Anforderungsanalyse

A.5.1. funktionale und nicht-funktionale Anforderungen

funktionale Anforderungen
1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.
3. Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.
8. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.
nicht-funktionale Anforderungen
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.

Abbildung A - 10: funktionale und nicht-funktionale Anforderungen

Anhang

A.5.2. Paarweise Vergleiche der Prioritätenanalyse

Nummer des Paarvergleichs
1. Anforderung
2. Anforderung
Bewertung
Begründung

Abbildung A - 11: standardisierte Tabelle für den Paarvergleich

1. Paarvergleich
1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte
Die 1. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 2. Anforderung
Die Grundlage, um eine Abfolge bzw. einen Ablauf überhaupt darstellen zu können, ist die Möglichkeit verzweigte Prozesse darstellen zu können. Die Abbildung der einzelnen Prozessschritte ist ohne die Möglichkeit zur Abbildung des Prozesses nichtig.

Abbildung A - 12: 1. Paarvergleich

2. Paarvergleich
1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.
3. Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.
Die 1. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 3. Anforderung
Die Grundlage, um eine Abfolge bzw. einen Ablauf überhaupt darstellen zu können, ist die Möglichkeit verzweigte Prozesse darstellen zu können. Die Abbildung einzelner Prozessschritte und somit auch deren Gruppierung ist ohne die Möglichkeit zur Abbildung des Prozesses nichtig.

Abbildung A - 13: 2. Paarvergleich

3. Paarvergleich
1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.
Die 1. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 4. Anforderung
Damit Ressourcen überhaupt zu den Prozessen oder Prozessschritten zugeordnet werden können, müssen die Prozesse abgebildet werden können.

Abbildung A - 14: 3. Paarvergleich

4. Paarvergleich
1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen
Die 1. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 5. Anforderung
Damit Handling Units überhaupt zu den Prozessen oder Prozessschritten zugeordnet werden können, müssen die Prozesse abgebildet werden können.

Abbildung A - 15: 4. Paarvergleich

5. Paarvergleich	
1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden	
Die 1. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 6. Anforderung	
Die 6. Anforderung liefert Kriterien, um zu bewerten in welcher Qualität die Prozesse abgebildet werden. Grundlage hierfür ist die Möglichkeit, verzweigte Prozesse darzustellen.	

Abbildung A - 16: 5. Paarvergleich

6. Paarvergleich	
1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.	
Die 1. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 7. Anforderung	
Die Abbildung der Prozesse ist entscheidend für die Leistungsfähigkeit der Notation. Dahingegen ist die Dokumentation eben dieser Notation von untergeordneter Relevanz.	

Abbildung A - 17: 6. Paarvergleich

7. Paarvergleich	
1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	
8. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.	
Die 1. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 8. Anforderung	
Damit der Informations- und Materialfluss abgebildet werden können, muss als Grundlage die Abbildung von Prozessen im Allgemeinen möglich sein. Die erste Anforderung ist also Voraussetzung für die Erfüllung der Anforderung acht.	

Abbildung A - 18: 7. Paarvergleich

8. Paarvergleich	
1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.	
Die 1. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 9. Anforderung	
Damit für die Prozesse die Flächen abgebildet werden können, muss als Grundlage die Abbildung von Prozessen im Allgemeinen möglich sein. Die erste Anforderung ist also Voraussetzung für die Erfüllung der 9. Anforderung.	

Abbildung A - 19: 8. Paarvergleich

9. Paarvergleich	
1. Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.	
Die 1. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 9. Anforderung	
Damit für die Prozesse die Flächen abgebildet werden können, muss als Grundlage die Abbildung von Prozessen im Allgemeinen möglich sein. Die erste Anforderung ist also Voraussetzung für die Erfüllung der 10. Anforderung.	

Abbildung A - 20: 9. Paarvergleich

10. Paarvergleich	
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte	
3. Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.	
Die 2. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 3. Anforderung	
Die Möglichkeit Prozessschritte abzubilden ist als Grundvoraussetzung für die Differenzierung eben dieser Prozessschritte in Gruppen anzusehen.	

Abbildung A - 21: 10. Paarvergleich

11. Paarvergleich	
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte	
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.	
Die 2. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 4. Anforderung	
Um Ressourcen den Prozessschritten zuordnen zu können, müssen die Prozessschritte abgebildet werden können.	

Abbildung A - 22: 11. Paarvergleich

12. Paarvergleich	
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte	
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen	
Die 2. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 5. Anforderung	
Um Handling Units den Prozessschritten zuordnen zu können, müssen die Prozessschritte abgebildet werden können.	

Abbildung A - 23: 12. Paarvergleich

13. Paarvergleich
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden
Die 2. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 6. Anforderung
Die 6. Anforderung liefert Kriterien, um zu bewerten in welcher Qualität die Prozesse abgebildet werden. Die Darstellung der Prozessschritte ermöglicht jedoch erst, die Prozesse in dem notwendigen Detaillierungsgrad abzubilden.

Abbildung A - 24: 13. Paarvergleich

14. Paarvergleich
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.
Die 2. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 7. Anforderung
Die Abbildung der Prozessschritte ist entscheidend für die Leistungsfähigkeit der Notation. Dahingegen ist die Dokumentation eben dieser Notation von untergeordneter Relevanz.

Abbildung A - 25: 14. Paarvergleich

15. Paarvergleich
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte
8. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.
Die 2. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 8. Anforderung
Damit der Informations- und Materialfluss detailliert abgebildet werden können, muss als Grundlage die Abbildung von Prozessen im Allgemeinen und den Prozessschritten möglich sein. Die zweite Anforderung ist also Voraussetzung für die Erfüllung der Anforderung acht.

Abbildung A - 26: 15. Paarvergleich

16. Paarvergleich
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.
Die 2. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 9. Anforderung
Damit für die Prozesse die Flächen abgebildet werden können, muss als Grundlage die Abbildung von Prozessen im Allgemeinen und den Prozessschritten möglich sein. Die zweite Anforderung ist also Voraussetzung für die Erfüllung der Anforderung neun.

Abbildung A - 27: 16. Paarvergleich

17. Paarvergleich
2. Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.
Die 2. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 9. Anforderung
Damit für die Prozesse die Flächen abgebildet werden können, muss als Grundlage die Abbildung von Prozessen im Allgemeinen und den Prozessschritten möglich sein. Die zweite Anforderung ist also Voraussetzung für die Erfüllung der Anforderung zehn.

Abbildung A - 28: 17. Paarvergleich

18. Paarvergleich
3. Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.
Die 4. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 3. Anforderung
Die Zuordnung von Ressourcen, wie Mitarbeiter oder Betriebsmittel, steigert den Informationsgehalt der Notation immens. Die Gruppierung der Prozessschritten verbessert zwar die Standardisierung und Übersichtlichkeit, sowie die Anpassbarkeit der Prozessschritte an den Informationsbedarf, hat jedoch einen geringeren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Notation.

Abbildung A - 29: 18. Paarvergleich

19. Paarvergleich
3. Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen
Die 5. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 3. Anforderung
Die Zuordnung von Handling Units steigert den Informationsgehalt der Notation immens. Die Gruppierung der Prozessschritten verbessert zwar die Standardisierung und Übersichtlichkeit, sowie die Anpassbarkeit der Prozessschritte an den Informationsbedarf, hat jedoch einen geringeren Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Notation.

Abbildung A - 30: 19. Paarvergleich

20. Paarvergleich
3. Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden
Die 3. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 6. Anforderung
Die Gruppierung der Prozessschritte liefert als größten Mehrwert die Anpassbarkeit der Prozessschritte an die Informationsbedarfe, wodurch die Leistungsfähigkeit der Notation gesteigert werden kann. Dieser Mehrwert übersteigt den der übersichtlichen Darstellung der Prozesse.

Abbildung A - 31: 20. Paarvergleich

21. Paarvergleich
3. Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.
Die 3. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 7. Anforderung
Die Gruppierung der Prozessschritte liefert als größten Mehrwert die Anpassbarkeit der Prozessschritte an die Informationsbedarfe, wodurch die Leistungsfähigkeit der Notation gesteigert werden kann. Dieser Mehrwert übersteigt den der Dokumentation zum Ziel der schnellen Einarbeitung.

Abbildung A - 32: 21. Paarvergleich

22. Paarvergleich
3. Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.
8. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.
Die 8. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 3. Anforderung
Die Unterscheidung zwischen Informations- und Materialfluss ermöglicht die Abbildung der Interaktion zwischen diesen und liefert so Informationen über die Steuerung und Organisation der Prozesse. Dieser Mehrwert übersteigt den der Gruppierung der Prozessschritte.

Abbildung A - 33: 22. Paarvergleich

23. Paarvergleich
3. Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.
Die 9. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 3. Anforderung
Die Darstellung von Flächen ermöglicht die Verbindung der abgebildeten Prozesse zur EWM Organisationsstruktur herzustellen. Dieser Mehrwert übersteigt den der Gruppierung der Prozessschritte.

Abbildung A - 34: 23. Paarvergleich

24. Paarvergleich
3. Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.
Die 10. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 3. Anforderung
Die Funktionalität von Flächen ist in EWM von großer Relevanz. Dem gegenüber steht die Gruppierung von Prozessschritten, welche die Handhabung der Notation erleichtern würde, jedoch geringeren Einfluss auf EWM hat. Der Mehrwert der Differenzierung von Flächen übersteigt also den der Gruppierung der Prozessschritte.

Abbildung A - 35: 24. Paarvergleich

25. Paarvergleich
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen
Die 4. Anforderung und 5. Anforderung sind von gleicher Relevanz
Die Zuordnung von Ressourcen und Handling Units zu Prozessen oder Prozessschritten, steigert den Informationsgehalt und somit die Leistungsfähigkeit der Notation immens.

Abbildung A - 36: 25. Paarvergleich

26. Paarvergleich
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden
Die 4. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 6. Anforderung
Die Zuordnung von Ressourcen steigert den Informationsgehalt und somit die Leistungsfähigkeit der Notation immens. Der Mehrwert der übersichtlichen Prozessabbildung ist daher als geringer anzusehen.

Abbildung A - 37: 26. Paarvergleich

27. Paarvergleich
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.
Die 4. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 7. Anforderung
Die Zuordnung von Ressourcen steigert den Informationsgehalt und somit die Leistungsfähigkeit der Notation immens. Der Mehrwert der Dokumentation zum Ziel der schnellen Einarbeitung ist daher als geringer anzusehen.

Abbildung A - 38: 27. Paarvergleich

28. Paarvergleich
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.
8. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.
Die 8. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 4. Anforderung
Die Unterscheidung zwischen Informations- und Materialfluss liefert einen hohen Mehrwert, da sowohl die Interaktion zwischen den beiden Flüssen (Steuerung usw.), als auch die Interaktion mit angrenzenden Systemen und Geräten abgebildet werden kann. Dieser Mehrwert übersteigt den der Zuordnung von Ressourcen.

Abbildung A - 39: 28. Paarvergleich

29. Paarvergleich
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.
Die 4. Anforderung und 9. Anforderung sind von gleicher Relevanz
Sowohl die Zuordnung von Flächen, als auch von Ressourcen liefert einen großen Mehrwert für die Notation.

Abbildung A - 40: 29. Paarvergleich

30. Paarvergleich
4. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.
Die 4. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 10. Anforderung
Die Zuordnung von Ressourcen steigert den Informationsgehalt und somit die Leistungsfähigkeit der Notation immens. Der Mehrwert der Differenzierung von Flächen ist daher als geringer anzusehen.

Abbildung A - 41: 30. Paarvergleich

31. Paarvergleich
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden
Die 5. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 6. Anforderung
Die Zuordnung von Handling Units steigert den Informationsgehalt und somit die Leistungsfähigkeit der Notation immens. Der Mehrwert der übersichtlichen Prozessabbildung ist daher als geringer anzusehen.

Abbildung A - 42: 31. Paarvergleich

32. Paarvergleich
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.
Die 5. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 7. Anforderung
Die Zuordnung von Ressourcen steigert den Informationsgehalt und somit die Leistungsfähigkeit der Notation immens. Der Mehrwert der Dokumentation zum Ziel der schnellen Einarbeitung ist daher als geringer anzusehen.

Abbildung A - 43: 32. Paarvergleich

33. Paarvergleich
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen
8. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.
Die 8. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 5. Anforderung
Die Unterscheidung zwischen Informations- und Materialfluss liefert einen hohen Mehrwert, da sowohl die Interaktion zwischen den beiden Flüssen (Steuerung usw.), als auch die Interaktion mit angrenzenden Systemen und Geräten abgebildet werden kann. Dieser Mehrwert übersteigt den der Zuordnung von HUs.

Abbildung A - 44: 33. Paarvergleich

34. Paarvergleich
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.
Die 4. Anforderung und 5. Anforderung sind von gleicher Relevanz
Sowohl die Zuordnung von Flächen, als auch von HUs liefert einen großen Mehrwert für die Notation.

Abbildung A - 45: 34. Paarvergleich

35. Paarvergleich
5. Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.
Die 5. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 10. Anforderung
Die Zuordnung von Ressourcen steigert den Informationsgehalt und somit die Leistungsfähigkeit der Notation immens. Der Mehrwert der Differenzierung von Flächen ist daher als geringer anzusehen.

Abbildung A - 46: 35. Paarvergleich

36. Paarvergleich
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.
Die 6. Anforderung und 7. Anforderung sind von gleicher Relevanz
Sowohl die Steigerung der Übersichtlichkeit der Prozessabbildung durch Standards und Strukturierung, als auch die durchgängige Dokumentation als Grundlage der schnellen Einarbeitung sind sinnvoll beim Umgang mit einer Notation.

Abbildung A - 47: 36. Paarvergleich

37. Paarvergleich
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden
8. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.
Die 8. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 6. Anforderung
Die Unterscheidung zwischen Informations- und Materialfluss ermöglicht die Abbildung der Interaktion zwischen diesen und liefert so Informationen über die Steuerung und Organisation der Prozesse. Dieser Mehrwert übersteigt den der Übersichtlichkeit der Prozessabbildung.

Abbildung A - 48: 37. Paarvergleich

38. Paarvergleich
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.
Die 9. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 6. Anforderung
Die Darstellung von Flächen ermöglicht die Verbindung der abgebildeten Prozesse zur EWM Organisationsstruktur herzustellen. Dieser Mehrwert übersteigt den der Übersichtlichkeit der Prozessabbildung.

Abbildung A - 49: 38. Paarvergleich

39. Paarvergleich
6. Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.
Die 10. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 6. Anforderung
Die Funktionalität von Flächen ist in EWM von großer Relevanz. Durch eine Differenzierung der Flächen in der Notation können also EWM relevante Informationen abgebildet werden. Dieser Mehrwert übersteigt den der Übersichtlichkeit der Prozessabbildung.

Abbildung A - 50: 39. Paarvergleich

40. Paarvergleich
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.
8. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.
Die 8. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 7. Anforderung
Die Unterscheidung zwischen Informations- und Materialfluss ermöglicht die Abbildung der Interaktion zwischen diesen und liefert so Informationen über die Steuerung und Organisation der Prozesse. Der Mehrwert der Dokumentation zum Ziel der schnellen Einarbeitung ist daher als geringer anzusehen.

Abbildung A - 51: 40. Paarvergleich

41. Paarvergleich
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.
Die 9. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 7. Anforderung
Die Darstellung von Flächen ermöglicht die Verbindung der abgebildeten Prozesse zur EWM Organisationsstruktur herzustellen. Der Mehrwert der Dokumentation zum Ziel der schnellen Einarbeitung ist daher als geringer anzusehen.

Abbildung A - 52: 41. Paarvergleich

42. Paarvergleich
7. Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.
Die 10. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 7. Anforderung
Die Funktionalität von Flächen ist in EWM von großer Relevanz. Durch eine Differenzierung der Flächen in der Notation können also EWM relevante Informationen abgebildet werden. Der Mehrwert der Dokumentation zum Ziel der schnellen Einarbeitung ist daher als geringer anzusehen.

Abbildung A - 53: 42. Paarvergleich

43. Paarvergleich
8. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.
Die 8. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 9. Anforderung
Die Unterscheidung zwischen Informations- und Materialfluss ermöglicht die Abbildung der Interaktion zwischen diesen und liefert so Informationen über die Steuerung und Organisation der Prozesse. Der Mehrwert der Darstellung von Flächen ist also als geringer anzusehen.

Abbildung A - 54: 43. Paarvergleich

44. Paarvergleich
8. Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.
Die 8. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 10. Anforderung
Die Unterscheidung zwischen Informations- und Materialfluss ermöglicht die Abbildung der Interaktion zwischen diesen und liefert so Informationen über die Steuerung und Organisation der Prozesse. Der Mehrwert der Differenzierung von Flächen ist also als geringer anzusehen.

Abbildung A - 55: 44. Paarvergleich

45. Paarvergleich
9. Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.
10. Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.
Die 9. Anforderung ist von höherer Relevanz als die 10. Anforderung
Die Darstellung der Flächen ist Grundvoraussetzung für die Differenzierung der Flächen nach deren Funktionalität.

Abbildung A - 56: 45. Paarvergleich

A.5.3. Volere-Karten

Anforderung - ID:	<input type="text"/>	Anforderung - Typ:	<input type="text"/>	Priorität:	<input type="text"/>
Bezeichnung:	<input type="text"/>				
Beschreibung:	<input type="text"/>				
Kriterien der Erfüllung:	<input type="text"/>				
Konflikte:	<input type="text"/>				
Volere - Karte					

Abbildung A - 57: Standard der Volere-Karte

Anforderung - ID:	A1	Anforderung - Typ:	funktional	Priorität:	Muss
Bezeichnung:					
Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.					
Beschreibung:					
Die Notation muss es ermöglichen, verzweigte Prozesse abzubilden. Verzweigt meint dabei das auseinander- und zusammenfließen des Prozesses, sodass dieser teilweise parallel und sequentiell abläuft. Die verschiedenen Möglichkeiten der Verzweigungen und Zusammenführung werden dabei nachvollziehbar dargestellt. Zudem muss es möglich sein darzustellen, inwiefern der abgebildete Prozess in den Gesamtprozess eingebettet ist. Hierfür müssen die Schnittstellen zu Beginn und am Ende des Prozesses angegeben werden können. Die Prozessabbildung durch die Notation muss außerdem ökonomisch, also in vertretbarem Zeit-Ergebnis Aufwand, möglich sein.					
Kriterien der Erfüllung:					
<ul style="list-style-type: none">• Schnittstellen zum Gesamtprozess darstellen• Sequentiellen Ablauf darstellen• Parallelen Ablauf darstellen• Verzweigungen & Zusammenführungen darstellen• Entscheidungen darstellen					
Konflikte:					
Es konnten keine Konflikte zu anderen Anforderungen festgestellt werden.					
Volere - Karte					

Abbildung A - 58: Volere-Karte für Anforderung A1

Anforderung - ID:	A2	Anforderung - Typ:	funktional	Priorität:	Muss
Bezeichnung:					
Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.					
Beschreibung:					
Für den Prozess müssen einzelne Prozessschritte angegeben können, sodass der Prozess aus einer Abfolge von Prozessschritten besteht. Jedem der Prozessschritte muss eine eindeutige Bezeichnung gegeben werden können, um eine Unterscheidung zu garantieren. Zusätzlich zu der Bezeichnung müssen wichtige Informationen zu jedem Prozessschritt angegeben werden können. Die Beziehung zwischen den Prozessschritten muss ebenfalls eindeutig definiert werden können. Insgesamt müssen die Prozessschritte mit den relevanten Informationen bestückt, in den Prozess eingeordnet und zueinander in Beziehung gesetzt werden können.					
Kriterien der Erfüllung:					
<ul style="list-style-type: none">• Prozessschritte in den Prozess einordnen• Prozessschritte zueinander in Beziehung setzen• Bezeichnung der Prozessschritte angeben• Informationen zu den Prozessschritten angeben					
Konflikte:					
Es konnten keine Konflikte zu anderen Anforderungen festgestellt werden.					
Volere - Karte					

Abbildung A - 59: Volere-Karte für Anforderung A2

Anforderung - ID:	A3	Anforderung - Typ:	funktional	Priorität:	Muss
Bezeichnung:					
Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.					
Beschreibung:					
Die Notation soll Symbole enthalten, die zwischen Informations- und Materialfluss unterscheiden, sodass diese differenziert dargestellt werden können. Das bedeutet, dass für beide Flüsse jeweils mehrere Symbole für verschiedene Funktionen zur Verfügung stehen. Neben den einzelnen Flüssen soll auch deren Interaktion abgebildet werden können. Hierzu sollen wiederum Symbole der Notation existieren, welche den Zusammenhang der beiden Flüsse visualisieren. Damit ist beispielsweise die Auslösung einer Aktion im Materialfluss durch ein Ereignis im Informationsfluss gemeint.					
Kriterien der Erfüllung:					
<ul style="list-style-type: none"> • Der Informationsfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden • Der Materialfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden • Der Einfluss der Flüsse aufeinander lässt sich über Symbole darstellen • Informations- und Materialfluss sind räumlich getrennt 					
Konflikte:					
Es konnten keine Konflikte zu anderen Anforderungen festgestellt werden.					
Volere - Karte					

Abbildung A - 60: Volere-Karte für Anforderung A3

Anforderung - ID:	A4	Anforderung - Typ:	funktional	Priorität:	Soll
Bezeichnung:					
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.					
Beschreibung:					
Die Ressourcen, die innerhalb des Prozesses Anwendung finden, sollen abgebildet werden können. Mit Ressourcen ist alles von Werkzeugen über Transportmittel bis hin zu Mitarbeitern gemeint. Die Ressourcen sollen dabei in unterschiedliche Arten unterschieden werden können. Für jede Ressource sollen die relevanten Informationen angegeben werden können, welche diese genauer beschreiben. Zusätzlich soll jede Ressource mit einer eindeutigen Bezeichnung versehen werden können. Die Ressourcen sollen den Prozessschritten zugeordnet werden können.					
Kriterien der Erfüllung:					
<ul style="list-style-type: none"> • Bezeichnung der Ressourcen möglich • Informationen zu den Ressourcen angeben können • Zuordnung der Ressourcen zu den Prozessschritten ist möglich • Unterschiedliche Arten von Ressourcen unterscheiden können 					
Konflikte:					
Es konnten keine Konflikte zu anderen Anforderungen festgestellt werden.					
Volere - Karte					

Abbildung A - 61: Volere-Karte für Anforderung A4

Anforderung - ID:	A5	Anforderung - Typ:	funktional	Priorität:	Soll
Bezeichnung:					
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.					
Beschreibung:					
Die Handling Units (HU), die innerhalb des Prozesses Anwendung finden, sollen abgebildet werden können. Mit HU ist eine physische Einheit gemeint, die aus Packmittel und dem darin befindlichen Produkt besteht. Die HUs sollen dabei in unterschiedliche Arten unterschieden werden können. Für jede HU sollen Informationen angegeben werden können, welche diese genauer beschreiben. Zusätzlich soll jede HU mit einer eindeutigen Bezeichnung versehen werden können. Die HUs sollen den Prozessschritten zugeordnet werden können, bei denen diese gehandhabt werden.					
Kriterien der Erfüllung:					
<ul style="list-style-type: none"> • Bezeichnung der Handling Units möglich • Informationen zu den Handling Units angeben können • Zuordnung der Handling Units zu den Prozessschritten ist möglich • Unterschiedliche Arten von Handling Units unterscheiden können 					
Konflikte:					
Es konnten keine Konflikte zu anderen Anforderungen festgestellt werden.					
Volere - Karte					

Abbildung A - 62: Volere-Karte für Anforderung A5

Anforderung - ID:	A6	Anforderung - Typ:	funktional	Priorität:	Soll
Bezeichnung:					
Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.					
Beschreibung:					
Flächen spielen in EWM in Form von Lagertypen, -bereichen und -plätzen eine große Rolle. Um dieser gerecht zu werden, sollen in die Notation Flächen mit einbezogen werden. Sofern möglich, sollen dabei die einzelnen Prozessschritte den Flächen zugeordnet werden. Unter Flächen verstehen sich die Örtlichkeiten, auf denen Prozessschritte durchgeführt werden. Die visuelle Darstellung kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen, solange die Prozessschritte den Flächen eindeutig zugewiesen werden können.					
Kriterien der Erfüllung:					
<ul style="list-style-type: none"> • Flächen können visuell dargestellt werden • Flächen können mit einem Namen bezeichnet werden • Prozessschritte können den Flächen eindeutig zugeordnet werden 					
Konflikte:					
Es konnten keine Konflikte zu anderen Anforderungen festgestellt werden.					
Volere - Karte					

Abbildung A - 63: Volere-Karte für Anforderung A6

Anforderung - ID:	A7	Anforderung - Typ:	funktional	Priorität:	Soll
Bezeichnung:					
Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.					
Beschreibung:					
Flächen können für unterschiedliche Funktionen genutzt werden. Auf einer Fläche kann ein Arbeitsplatz stehen, eine Lagerung, Pufferung oder Bereitstellung erfolgen. Diese Funktionen sind relevant für EWM. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, dass Notationen die Funktionen visuell abbilden können. Die dargestellten Flächen sollen eindeutig voneinander unterschieden werden können. Eine Fläche mit einer Funktion unterscheidet sich visuell, beispielsweise anhand einer Farbe oder Form, von einer Fläche einer anderen Funktion.					
Kriterien der Erfüllung:					
<ul style="list-style-type: none"> • Flächen lassen sich nach Funktionen unterscheiden • Flächen lassen sich visuell nach Funktionen unterscheiden 					
Konflikte:					
Es konnten keine Konflikte zu anderen Anforderungen festgestellt werden.					
Volere - Karte					

Abbildung A - 64: Volere-Karte für Anforderung A7

Anforderung - ID:	A8	Anforderung - Typ:	funktional	Priorität:	Kann
Bezeichnung:					
Die Notation ermöglicht die Gruppierung der Prozessschritte nach Funktionen.					
Beschreibung:					
Die Darstellung der Prozessschritte ist bereits in A2 enthalten und eine der fundamentalsten Anforderungen. Zusätzlichen Mehrwert liefert die Unterscheidung zwischen verschiedenen Prozessschritten nach deren Funktion und ggf. eine Gruppierung dieser Prozessschritte. Je nach Funktion bzw. Verwendungszweck sollen verschiedene Prozessschritte zu Verfügung stehen. Die Gruppierung meint dann die Zuordnung zu Gruppen nach der Funktion, wie „Transport“ oder „Bearbeitung“.					
Kriterien der Erfüllung:					
<ul style="list-style-type: none"> • Es existieren verschiedene Prozessschritten • Es bestehen mehrere Gruppen an Prozessschritten • Die Prozessschritte werden nach ihrer Funktion unterschieden • Die Prozessschritte können eindeutig den Gruppen zugeordnet werden • An den Symbolen sind die unterschiedlichen Gruppen visuell erkenntlich 					
Konflikte:					
Es konnten keine Konflikte zu anderen Anforderungen festgestellt werden.					
Volere - Karte					

Abbildung A - 65: Volere-Karte für Anforderung A8

Anforderung - ID:	A9	Anforderung - Typ:	nicht-funktional	Priorität:	Kann
Bezeichnung:					
Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.					
Beschreibung:					
Wenn die Notation schnell erlernt und beherrscht werden kann, bietet sich ein breiteres Anwendungsfeld für den Einsatz. Um die schnelle Einarbeitung zu gewährleisten, ist eine geringe Anzahl an Symbolen von Relevanz, jedoch darf die Funktionalität der Notation nicht darunter leiden. Als Grundlage für die Einarbeitung dienen ein Vorgehen, Standards zur Notation und Beispiele, die Bestandteile der Modellierungsmethode sind. Durch diese Dokumentation wird eine vereinfachte Einarbeitung, ein durchgängiger Standard und damit eine hohe Qualität der Prozessabbildung gewährleistet.					
Kriterien der Erfüllung:					
<ul style="list-style-type: none"> • Die Anzahl der Symbole ist auf neun begrenzt • Es existiert ein Vorgehensmodell für die Modellierung mit Hilfe der Notation • Es existieren Standards über den Aufbau, die Gruppierung, Bedeutung und Verwendung der Symbole • Es existieren umfangreiche Beispiele für den Einsatz der Notation 					
Konflikte:					
Es konnten keine Konflikte zu anderen Anforderungen festgestellt werden.					
Volere - Karte					

Abbildung A - 66: Volere-Karte für Anforderung A9

Anforderung - ID:	A10	Anforderung - Typ:	nicht-funktional	Priorität:	Kann
Bezeichnung:					
Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.					
Beschreibung:					
Eine Notation kann so aufgebaut sein, dass die Prozessabbildung möglichst standardisiert, strukturiert und für jeden Anwender nachvollziehbar ist. Hierfür können Dokumente zur Verfügung stehen. Zusätzlich kann der Aufbau der Notation wichtig für die Nachvollziehbarkeit sein. Entscheidungen müssen verständlich dargestellt werden können und Übersichtlichkeit muss gewährleistet sein, indem Symbole sich nicht kreuzen oder überdecken. Eine Unterteilung des Prozesses in mehrere Teile unterstützt die Übersichtlichkeit zusätzlich.					
Kriterien der Erfüllung:					
<ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungen sind nachvollziehbar dargestellt • Die vermehrte Kreuzung von Linien und Symbolen wird verhindert • Die Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche ist möglich • Der Aufbau der Symbole ist standardisiert • Die Symbole ermöglichen die Informationen übersichtlich darzustellen 					
Konflikte:					
Es konnten keine Konflikte zu anderen Anforderungen festgestellt werden.					
Volere - Karte					

Abbildung A - 67: Volere-Karte für Anforderung A10

A.6. Analyse der Notationen

A.6.1. Anforderungserfüllung der Notationen

Anforderungen	WA
Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	
Schnittstellen zum Gesamtprozess darstellen können	✓
Sequentiellen Ablauf darstellen können	✓
Parallelen Ablauf darstellen können	✓
Verzweigungen & Zusammenführungen darstellen können	(✓)
Entscheidungen darstellen können	
Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.	
Prozessschritte in den Prozess einordnen können	✓
Prozessschritte zueinander in Beziehung setzen können	✓
Bezeichnung der Prozessschritte angeben können	✓
Informationen zu den Prozessschritten angeben können	✓
Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.	
Der Informationsfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Materialfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Einfluss der Flüsse aufeinander lässt sich über Symbole darstellen	✓
Informations- und Materialfluss sind räumlich getrennt	(✓)
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.	
Bezeichnung der Ressourcen möglich	✓
Informationen zu den Ressourcen angeben können	(✓)
Zuordnung der Ressourcen zu den Prozessschritten ist möglich	✓
Unterschiedliche Arten von Ressourcen unterscheiden können	✓
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.	
Bezeichnung der Handling Units möglich	
Informationen zu den Handling Units angeben können	
Zuordnung der Handling Units zu den Prozessschritten ist möglich	
Unterschiedliche Arten von Handling Units unterscheiden können	
Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.	
Flächen können visuell dargestellt werden	
Flächen können mit einem Namen bezeichnet werden	
Prozessschritte können den Flächen eindeutig zugeordnet werden	
Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.	
Flächen lassen sich nach Funktionen unterscheiden	
Flächen lassen sich visuell nach Funktionen unterscheiden	
Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.	
Es existieren verschiedene Prozessschritte	✓
Es bestehen mehrere Gruppen an Prozessschritten	
Die Prozessschritte werden nach ihrer Funktion unterschieden	(✓)
Die Prozessschritte können eindeutig den Gruppen zugeordnet werden	
An den Symbolen sind die unterschiedlichen Gruppen visuell erkenntlich	
Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.	
Die Anzahl der Symbole ist auf neun begrenzt	✓
Es existiert ein Vorgehensmodell für die Modellierung mit Hilfe der Notation	(✓)
Es existieren Standards über den Aufbau, die Gruppierung, Bedeutung und Verwendung der Symbole	✓
Es existieren umfangreiche Beispiele für den Einsatz der Notation	✓
Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.	
Entscheidungen sind nachvollziehbar dargestellt	
Die vermehrte Kreuzung von Linien und Symbolen wird verhindert	✓
Die Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche (bspw. Informations- und Materialfluss) ist möglich	
Der Aufbau der Symbole ist standardisiert	✓
Die Symbole ermöglichen die Informationen übersichtlich darzustellen	✓

Abbildung A - 68: Ergebnis der Anforderungsanalyse für die WA

Anhang

Anforderungen	LWA
Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	☉
Schnittstellen zum Gesamtprozess darstellen können	✓
Sequentiellen Ablauf darstellen können	✓
Parallelen Ablauf darstellen können	✓
Verzweigungen & Zusammenführungen darstellen können	(v)
Entscheidungen darstellen können	
Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.	✓
Prozessschritte in den Prozess einordnen können	✓
Prozessschritte zueinander in Beziehung setzen können	✓
Bezeichnung der Prozessschritte angeben können	✓
Informationen zu den Prozessschritten angeben können	✓
Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.	✓
Der Informationsfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Materialfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Einfluss der Flüsse aufeinander lässt sich über Symbole darstellen	✓
Informations- und Materialfluss sind räumlich getrennt	(v)
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.	✓
Bezeichnung der Ressourcen möglich	✓
Informationen zu den Ressourcen angeben können	✓
Zuordnung der Ressourcen zu den Prozessschritten ist möglich	✓
Unterschiedliche Arten von Ressourcen unterscheiden können	✓
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.	☉
Bezeichnung der Handling Units möglich	(v)
Informationen zu den Handling Units angeben können	(v)
Zuordnung der Handling Units zu den Prozessschritten ist möglich	(v)
Unterschiedliche Arten von Handling Units unterscheiden können	
Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.	✓
Flächen können visuell dargestellt werden	✓
Flächen können mit einem Namen bezeichnet werden	✓
Prozessschritte können den Flächen eindeutig zugeordnet werden	✓
Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.	✗
Flächen lassen sich nach Funktionen unterscheiden	
Flächen lassen sich visuell nach Funktionen unterscheiden	
Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.	✗
Es existieren verschiedene Prozessschritte	✓
Es bestehen mehrere Gruppen an Prozessschritten	
Die Prozessschritte werden nach ihrer Funktion unterschieden	(v)
Die Prozessschritte können eindeutig den Gruppen zugeordnet werden	
An den Symbolen sind die unterschiedlichen Gruppen visuell erkenntlich	
Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.	✓
Die Anzahl der Symbole ist auf neun begrenzt	✓
Es existiert ein Vorgehensmodell für die Modellierung mit Hilfe der Notation	(v)
Es existieren Standards über den Aufbau, die Gruppierung, Bedeutung und Verwendung der Symbole	✓
Es existieren umfangreiche Beispiele für den Einsatz der Notation	✓
Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.	✗
Entscheidungen sind nachvollziehbar dargestellt	
Die vermehrte Kreuzung von Linien und Symbolen wird verhindert	✓
Die Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche (bspw. Informations- und Materialfluss) ist möglich	
Der Aufbau der Symbole ist standardisiert	✓
Die Symbole ermöglichen die Informationen übersichtlich darzustellen	✓

Abbildung A - 69: Ergebnis der Anforderungsanalyse für die LWA

Anhang

Anforderungen	BPMN
Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	✓
Schnittstellen zum Gesamtprozess darstellen können	(√)
Sequentiellen Ablauf darstellen können	✓
Parallelen Ablauf darstellen können	✓
Verzweigungen & Zusammenführungen darstellen können	✓
Entscheidungen darstellen können	✓
Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.	✓
Prozessschritte in den Prozess einordnen können	✓
Prozessschritte zueinander in Beziehung setzen können	✓
Bezeichnung der Prozessschritte angeben können	✓
Informationen zu den Prozessschritten angeben können	(√)
Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.	●
Der Informationsfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	(√)
Der Materialfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Einfluss der Flüsse aufeinander lässt sich über Symbole darstellen	✓
Informations- und Materialfluss sind räumlich getrennt	
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.	✗
Bezeichnung der Ressourcen möglich	
Informationen zu den Ressourcen angeben können	
Zuordnung der Ressourcen zu den Prozessschritten ist möglich	
Unterschiedliche Arten von Ressourcen unterscheiden können	
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.	✗
Bezeichnung der Handling Units möglich	
Informationen zu den Handling Units angeben können	
Zuordnung der Handling Units zu den Prozessschritten ist möglich	
Unterschiedliche Arten von Handling Units unterscheiden können	
Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.	✗
Flächen können visuell dargestellt werden	
Flächen können mit einem Namen bezeichnet werden	
Prozessschritte können den Flächen eindeutig zugeordnet werden	
Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.	✗
Flächen lassen sich nach Funktionen unterscheiden	
Flächen lassen sich visuell nach Funktionen unterscheiden	
Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.	✗
Es existieren verschiedene Prozessschritte	✓
Es bestehen mehrere Gruppen an Prozessschritten	
Die Prozessschritte werden nach ihrer Funktion unterschieden	(√)
Die Prozessschritte können eindeutig den Gruppen zugeordnet werden	
An den Symbolen sind die unterschiedlichen Gruppen visuell erkenntlich	
Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.	✓
Die Anzahl der Symbole ist auf neun begrenzt	✓
Es existiert ein Vorgehensmodell für die Modellierung mit Hilfe der Notation	(√)
Es existieren Standards über den Aufbau, die Gruppierung, Bedeutung und Verwendung der Symbole	✓
Es existieren umfangreiche Beispiele für den Einsatz der Notation	✓
Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.	✓
Entscheidungen sind nachvollziehbar dargestellt	✓
Die vermehrte Kreuzung von Linien und Symbolen wird verhindert	✓
Die Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche (bspw. Informations- und Materialfluss) ist möglich	✓
Der Aufbau der Symbole ist standardisiert	✓
Die Symbole ermöglichen die Informationen übersichtlich darzustellen	✓

Abbildung A - 70: Ergebnis der Anforderungsanalyse für BPMN

Anhang

Anforderungen	EPK
Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	✓
Schnittstellen zum Gesamtprozess darstellen können	✓
Sequentiellen Ablauf darstellen können	✓
Parallelen Ablauf darstellen können	✓
Verzweigungen & Zusammenführungen darstellen können	✓
Entscheidungen darstellen können	✓
Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.	✓
Prozessschritte in den Prozess einordnen können	✓
Prozessschritte zueinander in Beziehung setzen können	✓
Bezeichnung der Prozessschritte angeben können	✓
Informationen zu den Prozessschritten angeben können	(✓)
Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.	○
Der Informationsfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Materialfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Einfluss der Flüsse aufeinander lässt sich über Symbole darstellen	✓
Informations- und Materialfluss sind räumlich getrennt	
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.	○
Bezeichnung der Ressourcen möglich	✓
Informationen zu den Ressourcen angeben können	(✓)
Zuordnung der Ressourcen zu den Prozessschritten ist möglich	✓
Unterschiedliche Arten von Ressourcen unterscheiden können	
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.	✗
Bezeichnung der Handling Units möglich	
Informationen zu den Handling Units angeben können	
Zuordnung der Handling Units zu den Prozessschritten ist möglich	
Unterschiedliche Arten von Handling Units unterscheiden können	
Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.	✗
Flächen können visuell dargestellt werden	
Flächen können mit einem Namen bezeichnet werden	
Prozessschritte können den Flächen eindeutig zugeordnet werden	
Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.	✗
Flächen lassen sich nach Funktionen unterscheiden	
Flächen lassen sich visuell nach Funktionen unterscheiden	
Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.	✗
Es existieren verschiedene Prozessschritte	✓
Es bestehen mehrere Gruppen an Prozessschritten	
Die Prozessschritte werden nach ihrer Funktion unterschieden	(✓)
Die Prozessschritte können eindeutig den Gruppen zugeordnet werden	
An den Symbolen sind die unterschiedlichen Gruppen visuell erkenntlich	
Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.	✓
Die Anzahl der Symbole ist auf neun begrenzt	✓
Es existiert ein Vorgehensmodell für die Modellierung mit Hilfe der Notation	(✓)
Es existieren Standards über den Aufbau, die Gruppierung, Bedeutung und Verwendung der Symbole	✓
Es existieren umfangreiche Beispiele für den Einsatz der Notation	✓
Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.	○
Entscheidungen sind nachvollziehbar dargestellt	✓
Die vermehrte Kreuzung von Linien und Symbolen wird verhindert	✓
Die Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche (bspw. Informations- und Materialfluss) ist möglich	
Der Aufbau der Symbole ist standardisiert	✓
Die Symbole ermöglichen die Informationen übersichtlich darzustellen	✓

Abbildung A - 71: Ergebnis der Anforderungsanalyse für die EPK

Anhang

Anforderungen	UML
Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	✓
Schnittstellen zum Gesamtprozess darstellen können	✓
Sequentiellen Ablauf darstellen können	✓
Parallelen Ablauf darstellen können	✓
Verzweigungen & Zusammenführungen darstellen können	✓
Entscheidungen darstellen können	✓
Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.	✓
Prozessschritte in den Prozess einordnen können	✓
Prozessschritte zueinander in Beziehung setzen können	✓
Bezeichnung der Prozessschritte angeben können	✓
Informationen zu den Prozessschritten angeben können	✓
Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.	✗
Der Informationsfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	
Der Materialfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Einfluss der Flüsse aufeinander lässt sich über Symbole darstellen	
Informations- und Materialfluss sind räumlich getrennt	
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.	●
Bezeichnung der Ressourcen möglich	✓
Informationen zu den Ressourcen angeben können	(✓)
Zuordnung der Ressourcen zu den Prozessschritten ist möglich	✓
Unterschiedliche Arten von Ressourcen unterscheiden können	
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.	●
Bezeichnung der Handling Units möglich	✓
Informationen zu den Handling Units angeben können	(✓)
Zuordnung der Handling Units zu den Prozessschritten ist möglich	✓
Unterschiedliche Arten von Handling Units unterscheiden können	
Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.	✗
Flächen können visuell dargestellt werden	
Flächen können mit einem Namen bezeichnet werden	
Prozessschritte können den Flächen eindeutig zugeordnet werden	
Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.	✗
Flächen lassen sich nach Funktionen unterscheiden	
Flächen lassen sich visuell nach Funktionen unterscheiden	
Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.	✗
Es existieren verschiedene Prozessschritte	✓
Es bestehen mehrere Gruppen an Prozessschritten	
Die Prozessschritte werden nach ihrer Funktion unterschieden	
Die Prozessschritte können eindeutig den Gruppen zugeordnet werden	
An den Symbolen sind die unterschiedlichen Gruppen visuell erkenntlich	
Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.	✓
Die Anzahl der Symbole ist auf neun begrenzt	✓
Es existiert ein Vorgehensmodell für die Modellierung mit Hilfe der Notation	(✓)
Es existieren Standards über den Aufbau, die Gruppierung, Bedeutung und Verwendung der Symbole	✓
Es existieren umfangreiche Beispiele für den Einsatz der Notation	✓
Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.	✓
Entscheidungen sind nachvollziehbar dargestellt	✓
Die vermehrte Kreuzung von Linien und Symbolen wird verhindert	✓
Die Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche (bspw. Informations- und Materialfluss) ist möglich	✓
Der Aufbau der Symbole ist standardisiert	✓
Die Symbole ermöglichen die Informationen übersichtlich darzustellen	✓

Abbildung A - 72: Ergebnis der Anforderungsanalyse für Aktivitätsdiagramme (UML)

Anhang

Anforderungen	Sankey
Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	●
Schnittstellen zum Gesamtprozess darstellen können	
Sequentiellen Ablauf darstellen können	✓
Parallelen Ablauf darstellen können	✓
Verzweigungen & Zusammenführungen darstellen können	✓
Entscheidungen darstellen können	
Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.	✗
Prozessschritte in den Prozess einordnen können	✓
Prozessschritte zueinander in Beziehung setzen können	
Bezeichnung der Prozessschritte angeben können	✓
Informationen zu den Prozessschritten angeben können	
Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.	✗
Der Informationsfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	
Der Materialfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Einfluss der Flüsse aufeinander lässt sich über Symbole darstellen	
Informations- und Materialfluss sind räumlich getrennt	
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.	✗
Bezeichnung der Ressourcen möglich	
Informationen zu den Ressourcen angeben können	
Zuordnung der Ressourcen zu den Prozessschritten ist möglich	
Unterschiedliche Arten von Ressourcen unterscheiden können	
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.	✗
Bezeichnung der Handling Units möglich	
Informationen zu den Handling Units angeben können	
Zuordnung der Handling Units zu den Prozessschritten ist möglich	
Unterschiedliche Arten von Handling Units unterscheiden können	
Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.	✗
Flächen können visuell dargestellt werden	
Flächen können mit einem Namen bezeichnet werden	
Prozessschritte können den Flächen eindeutig zugeordnet werden	
Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.	✗
Flächen lassen sich nach Funktionen unterscheiden	
Flächen lassen sich visuell nach Funktionen unterscheiden	
Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.	✗
Es existieren verschiedene Prozessschritte	
Es bestehen mehrere Gruppen an Prozessschritten	
Die Prozessschritte werden nach ihrer Funktion unterschieden	
Die Prozessschritte können eindeutig den Gruppen zugeordnet werden	
An den Symbolen sind die unterschiedlichen Gruppen visuell erkenntlich	
Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.	●
Die Anzahl der Symbole ist auf neun begrenzt	✓
Es existiert ein Vorgehensmodell für die Modellierung mit Hilfe der Notation	
Es existieren Standards über den Aufbau, die Gruppierung, Bedeutung und Verwendung der Symbole	✓
Es existieren umfangreiche Beispiele für den Einsatz der Notation	✓
Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.	✗
Entscheidungen sind nachvollziehbar dargestellt	
Die vermehrte Kreuzung von Linien und Symbolen wird verhindert	
Die Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche (bspw. Informations- und Materialfluss) ist möglich	
Der Aufbau der Symbole ist standardisiert	✓
Die Symbole ermöglichen die Informationen übersichtlich darzustellen	(✓)

Abbildung A - 73: Ergebnis der Anforderungsanalyse für das Sankey-Diagramm

Anhang











Anforderungen	IUM
Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	
Schnittstellen zum Gesamtprozess darstellen können	
Sequentiellen Ablauf darstellen können	√
Parallelen Ablauf darstellen können	√
Verzweigungen & Zusammenführungen darstellen können	√
Entscheidungen darstellen können	√
Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.	
Prozessschritte in den Prozess einordnen können	√
Prozessschritte zueinander in Beziehung setzen können	√
Bezeichnung der Prozessschritte angeben können	√
Informationen zu den Prozessschritten angeben können	√
Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.	
Der Informationsfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	(√)
Der Materialfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	(√)
Der Einfluss der Flüsse aufeinander lässt sich über Symbole darstellen	(√)
Informations- und Materialfluss sind räumlich getrennt	
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.	
Bezeichnung der Ressourcen möglich	√
Informationen zu den Ressourcen angeben können	√
Zuordnung der Ressourcen zu den Prozessschritten ist möglich	√
Unterschiedliche Arten von Ressourcen unterscheiden können	(√)
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.	
Bezeichnung der Handling Units möglich	(√)
Informationen zu den Handling Units angeben können	(√)
Zuordnung der Handling Units zu den Prozessschritten möglich	(√)
Unterschiedliche Arten von Handling Units unterscheiden können	(√)
Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.	
Flächen können visuell dargestellt werden	
Flächen können mit einem Namen bezeichnet werden	
Prozessschritte können den Flächen eindeutig zugeordnet werden	
Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.	
Flächen lassen sich nach Funktionen unterscheiden	
Flächen lassen sich visuell nach Funktionen unterscheiden	
Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.	
Es existieren verschiedene Prozessschritte	√
Es bestehen mehrere Gruppen an Prozessschritten	
Die Prozessschritte werden nach ihrer Funktion unterschieden	√
Die Prozessschritte können eindeutig den Gruppen zugeordnet werden	
An den Symbolen sind die unterschiedlichen Gruppen visuell erkenntlich	
Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.	
Die Anzahl der Symbole ist auf neun begrenzt	√
Es existiert ein Vorgehensmodell für die Modellierung mit Hilfe der Notation	√
Es existieren Standards über den Aufbau, die Gruppierung, Bedeutung und Verwendung der Symbole	√
Es existieren umfangreiche Beispiele für den Einsatz der Notation	
Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.	
Entscheidungen sind nachvollziehbar dargestellt	√
Die vermehrte Kreuzung von Linien und Symbolen wird verhindert	√
Die Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche (bspw. Informations- und Materialfluss) ist möglich	
Der Aufbau der Symbole ist standardisiert	√
Die Symbole ermöglichen die Informationen übersichtlich darzustellen	√

Abbildung A - 74: Ergebnis der Anforderungsanalyse für die IUM

Anhang

A.6.2. Zusammenfassung der Analyse

Wertstromanalyse
Vorteile
<ul style="list-style-type: none">• sehr ausführliche Prozessschritte• Schnittstellen des Prozesses können dargestellt werden• Ressourcen werden mit einbezogen• Informations- und Materialfluss haben jeweils eigene Symbole• Anordnung der Symbole ist standardisiert (Informations- und Materialfluss getrennt)• standardisiertes Vorgehen und standardisierter Aufbau der Wertstromanalyse• hohe Verbreitung
Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Entscheidungen nicht darstellbar• Ressourcen nicht vollumfänglich darstellbar• Handling Units nicht mit einbezogen• keine Differenzierung von Prozessschritten nach deren Funktion• keine visuelle Unterteilung des Prozesses mehr möglich• es werden keine Flächen mit einbezogen
Wichtige Bestandteile
<ul style="list-style-type: none">• Lieferanten und Kunden als Schnittstelle• Datenkästen zur Informationsanbringung• Ressourcen angeben und unterscheiden (Mitarbeiter, Betriebsmittel, ...)• Unterschiedliche Symbole zur Material- und Informationsfluss• standardisierte Anordnung der Bestandteile (Trennung von Kunde, Lieferant, Informationsfluss usw.)

Abbildung A - 75: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile der WA

logistikorientierte Wertstromanalyse
Vorteile
<ul style="list-style-type: none">• sehr ausführliche Prozessschritte• Schnittstellen des Prozesses können dargestellt werden• Ressourcen können mit ausreichend Informationen dargestellt werden• Handling Units könnten über Datenkästen mit einbezogen werden• Informations- und Materialfluss haben jeweils eigene Symbole• Anordnung der Symbole ist standardisiert (Informations- und Materialfluss getrennt)• standardisiertes Vorgehen und standardisierter Aufbau der Wertstromanalyse• hohe Verbreitung• Flächen können dargestellt werden
Nachteile
<ul style="list-style-type: none">• Entscheidungen nicht darstellbar• keine Differenzierung von Prozessschritten nach deren Funktion• keine visuelle Unterteilung des Prozesses mehr möglich
Wichtige Bestandteile
<ul style="list-style-type: none">• Lieferanten und Kunden als Schnittstelle• Datenkästen zur Informationsanbringung (Prozessschritte, Ressourcen, Handling Units)• Ressourcen angeben und unterscheiden (Mitarbeiter, Betriebsmittel, ...)• Informationen zu Ressourcen angeben können über Datenkästen• Unterschiedliche Symbole zur Material- und Informationsfluss• standardisierte Anordnung der Bestandteile (Trennung von Kunde, Lieferant, Informationsfluss usw.)• Flächen darstellen können

Abbildung A - 76: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile der LWA

BPMN
Vorteile
<ul style="list-style-type: none"> • Einzelne Prozessschritte können mit verschiedenen Informationen dargestellt werden • Entscheidungen können dargestellt werden • standardisiertes Vorgehen und standardisierter Aufbau ist festgelegt • Prozess kann noch in Funktions- oder Organisationsbereiche zerlegt werden • hohe Verbreitung
Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • weniger Informationen können zu Prozessschritten gegeben werden • Ressourcen und Handling Units werden nicht mit einbezogen • Informations- und Materialfluss sind nicht ausreichend getrennt • keine Differenzierung von Prozessschritten nach deren Funktion • es werden keine Flächen mit einbezogen
Wichtige Bestandteile
<ul style="list-style-type: none"> • Gateways zur Entscheidungsdarstellung • Entscheidungsfindung nachvollziehbar dargestellt • Pool und Lanes zur Unterteilung in Funktions- oder Organisationsbereiche

Abbildung A - 77: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile von BPMN

EPK
Vorteile
<ul style="list-style-type: none"> • Einzelne Prozessschritte können mit verschiedenen Informationen dargestellt werden • Entscheidungen können dargestellt werden • standardisiertes Vorgehen und standardisierter Aufbau ist festgelegt • hohe Verbreitung
Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • weniger Informationen können zu Prozessschritten gegeben werden • Ressourcen werden nur teilweise mit einbezogen • Handling Units werden nicht mit einbezogen • Informations- und Materialfluss sind nicht ausreichend getrennt • keine Differenzierung von Prozessschritten nach deren Funktion • keine visuelle Unterteilung des Prozesses mehr möglich • es werden keine Flächen mit einbezogen
Wichtige Bestandteile
<ul style="list-style-type: none"> • Konnektoren zur Entscheidungsdarstellung • Regeln • Prozesswegweiser

Abbildung A - 78: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile der EPK

Aktivitätsdiagramme (UML)
Vorteile
<ul style="list-style-type: none"> • Einzelne Prozessschritte können mit vielen Informationen dargestellt werden • Entscheidungen können dargestellt werden • Ressourcen und Handling Units könnten mit dargestellt werden • standardisiertes Vorgehen und standardisierter Aufbau ist festgelegt • Prozess kann noch in Funktions- oder Organisationsbereiche zerlegt werden • hohe Verbreitung
Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Ressourcen und Handling Units nicht direkt betrachtet • Differenzierung von Informations- und Materialfluss ist außen vor • keine Differenzierung von Prozessschritte nach deren Funktion • es werden keine Flächen mit einbezogen
Wichtige Bestandteile
<ul style="list-style-type: none"> • Knoten zur Entscheidungsdarstellung • Objektknoten zur Informationsdarstellung (Prozessschritte, Ressourcen, Handling Units) • Aktivitätsbereiche zur Unterteilung in Funktions- oder Organisationsbereiche

Abbildung A - 79: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile der UML

Sankey Diagramm
Vorteile
<ul style="list-style-type: none"> • Flüsse mit Anteilen und Mengen lassen sich gut darstellen • Grundsätzlich kann ein Prozess abgebildet werden
Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Einzelne Prozessschritte nicht ausreichend darstellbar • Keine Betrachtung von Ressourcen und Handling Units • Keine Differenzierung von Material- und Informationsfluss • keine zentrale Vorgehensweise vorhanden • keine Differenzierung von Prozessschritte nach deren Funktion • keine visuelle Unterteilung des Prozesses mehr möglich • es werden keine Flächen mit einbezogen
Wichtige Bestandteile

Abbildung A - 80: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile des Sankey-Diagramms

integrierte Unternehmensmodellierung
Vorteile
<ul style="list-style-type: none"> • Einzelne Prozessschritte können mit einigen Informationen dargestellt werden • Entscheidungen können dargestellt werden • Ressourcen werden betrachtet • Handling Units könnten mit einbezogen werden • standardisiertes Vorgehen und standardisierter Aufbau sind festgelegt
Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Schnittstellen zum Prozess nicht ausreichend betrachtet • Differenzierung von Informations- und Materialfluss nicht ausreichend verankert • keine Differenzierung von Prozessschritte nach deren Funktion • keine zentrale Vorgehensweise definiert • keine visuelle Unterteilung des Prozesses mehr möglich • es werden keine Flächen mit einbezogen • geringere Verbreitung
Wichtige Bestandteile
<ul style="list-style-type: none"> • Grundkonstrukte zur Ablaufmodellierung zur Entscheidungsdarstellung • Objekte zur Abbildung von Ressourcen und Handling Units

Abbildung A - 81: Vorteile, Nachteile und wichtige Bestandteile der IUM

A.7. Entwicklung der NEESP

A.7.1. Arbeitsphysiologie

Bei der Entwicklung der Notation stellt sich die Frage, wie kompliziert diese gestaltet werden kann. Die Beherrschbarkeit der Komplexität ist davon abhängig, welche Mitarbeiter die Notation benutzen und verstehen müssen, wie viel Zeit in das Verständnis investiert wird und welche Informationsaufnahmefähigkeit grundsätzlich möglich ist. Ziel für diesen Abschnitt ist, eine inhaltliche Grundlage für die Diskussion zu schaffen, wie viele Symbole und Zeichen die Notation umfassen sollte. Um diese Frage zu beantworten, wird zuerst die allgemeine Informationsaufnahmefähigkeit von Menschen erläutert. Im Anschluss daran, wird das Bildungsniveau des Modellierers und Betrachters begutachtet.

Die Informationspsychologie befasst sich mit der Verarbeitung von Informationen durch den Menschen. Ein Teilaspekt dabei ist das Arbeits- bzw. Kurzzeitgedächtnis. Dieses bezeichnet das Verbindungsstück zwischen dem Ultrakurzzeitgedächtnis, welches die Informationen über die Sinnesorgane aufnimmt und dem Langzeitgedächtnis (Mangold, 2015, s. 122f.). Das Kurzzeitgedächtnis übernimmt dabei die Funktion eines Speichermediums. Mit der Frage, wie viele Informationen das Kurzzeitgedächtnis gleichzeitig aufnehmen kann, beschäftigte sich Miller. Das Ergebnis seiner Arbeit war die sogenannte Millersche Zahl. Diese besagt, dass ein Mensch mit dem Kurzzeitgedächtnis zwischen fünf und neun sogenannte Chunks gleichzeitig aufnehmen und abrufbar halten kann (Miller, 1955). Ein Chunk bezeichnet dabei eine Einheit an Informationen. Eine Einheit kann beispielsweise durch einen Buchstaben oder auch ein ganzes Wort dargestellt werden. Wenn die Buchstabenfolge „ghdkskdj“ betrachtet wird. Dann ist jeder Buchstabe als ein Chunk anzusehen. Die Person muss jeden Buchstaben einzeln aufnehmen und verarbeiten. Bei einer Wortfolge, wie „Hallo mein Name ist Max Mustermann“, gelten die ganzen Wörter als Chunks, da die Person nicht die einzelnen Buchstaben, sondern die Wörter als eine Einheit an Informationen verarbeitet (Miller, 1955). Seit Millers Erkenntnissen wurden weitere Studien veröffentlicht. Einige davon bestätigten Miller Ergebnisse. Andere wiederum geben eher den Bereich von vier Chunks an (Cowan, 2000). Wandmacher unterschied seine Ergebnisse noch detaillierter zwischen der Verarbeitungskapazität und der Gedächtnisspanne (Wandmacher, 1993). Die Verarbeitungskapazität bezeichnete die gleichzeitige Aufnahme mehrerer Informationen. Diese bewertete er mit einem Wert von zwei bis vier Elementen. Die Gedächtnisspanne meint die Anzahl an Informationen, an die eine Person sich erinnern und diese korrekt wiedergeben kann. Der Wert der Gedächtnisspanne stimmte nach Wandmacher mit Miller überein.

Im Hinblick auf die Anwendung der NEESP kann zwischen Modellierern und Betrachtern unterschieden werden. Als Modellierer werden Fachkräfte aus dem Bereich der Logistik tätig sein, die den Prozess aufnehmen und anhand der NEESP darstellen. Diese Fachkräfte werden in der Regel ein hohes Bildungsniveau und Erfahrungen im Bereich der Logistik innehaben. Die Betrachter sind Fachpersonal des Dienstleisters, der auf Grundlage der NEESP die Modellierung in EWM übernimmt. Auch hierbei handelt es sich um Fachpersonal mit hohem Bildungsniveau sowie Erfahrungen im Bereich der Logistik und EWM. Aus den genannten Gründen und in Bezug auf von Miller und Wandmacher wird die Zahl von neun Informationseinheiten für die Entwicklung festgelegt.

Anhang

A.7.2. Gestaltung von Symbolen

Mit der Entwicklung einer Notation geht die Erstellung von Zeichen und Symbolen einher. Die Symbole und Zeichen werden genutzt, um Informationen darzustellen. Dabei kommt es vor, dass einige der Symbole einer Gruppe angehören, da diese bspw. ähnliche Informationen darstellen. Aus diesem Grund stellt sich die Frage, wie Symbole designt werden sollten, um dem Mitarbeiter die Handhabung dieser zu erleichtern. Zu aller erst muss dabei geklärt werden, wie Symbole bestenfalls designt werden können, um eine Gruppierung zu verdeutlichen. Denkbar ist die Anwendung verschiedener Formen, Anordnungen oder auch Farben. Sofern Farben zur Verdeutlichung genutzt werden, sollten auch bestehende Regeln und Empfehlungen hinsichtlich des Farbeinsatzes beachtet werden.

Die Gruppierung der Symbole lässt sich anhand der Gestaltgesetze der Wahrnehmung erläutern. Diese Gesetze geben an, wann ein Mensch Symbole oder Zeichen gedanklich zusammen wahrnimmt. Wertheimer definierte zuerst die Gestaltgesetze, die seitdem weiter ausgedehnt worden sind (Wertheimer, 1923). Die Gesetze besagen, dass es neun Faktoren gibt, welche die Wahrnehmung eines Zusammenhangs beeinflussen:

Gesetz der Prägnanz: Bei einer Menge an Objekten, wird das Objekt erfasst, welches sich durch ein Merkmal vom Rest der Menge an Objekten abhebt.

Gesetz der Ähnlichkeit: Ähnliche Objekte werden als zusammengehörig erfasst.

Gesetz der Nähe: Objekte mit geringerem Abstand werden eher als zusammengehörig erfasst.

Gesetz der Geschlossenheit: Linien werden eher als eine Einheit wahrgenommen, wenn diese sich zusammenschließen.

Gesetz der gemeinsamen Bewegung: Objekte, die sich mit ähnlicher Geschwindigkeit bewegen, werden eher als zusammengehörig wahrgenommen.

Gesetz der fortgesetzten durchgehenden Linien: Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass Linien einem bekannten Weg folgen. Bei zwei Möglichkeiten eine Linie weiterzuführen, wird immer die „logischere“ verfolgt.

Gesetz der Gleichzeitigkeit: Objekte, die sich gleichzeitig verändern, gehören eher zusammen.

Gesetz der Symmetrie: Symmetrisch angeordnete Objekte werden eher zusammen wahrgenommen

Gesetz der Erfahrung: Bei unvollständigen Bildern ergänzt unser Gehirn ein Bild nach den bisher gemachten Erfahrungen.

Nach dem Gesetz der Ähnlichkeit werden ähnliche Objekte zusammengehörig wahrgenommen. Um Objekte zu gruppieren, können also beispielsweise Formen und Farben genutzt werden. Farben sind ein sehr leistungsfähiges Mittel zur Verdeutlichung von Informationen, aufgrund der Deutlichkeit (Deutsches Institut für Normung e.V. , 2012, s. 20). Bei der Anwendung von Farben für die Symbole gilt es grundlegende Regeln zu beachten. Nach DIN EN ISO 9241-303 gilt, wenn Farben zur Unterscheidung oder Identifizierung eingesetzt werden, dann sollten nicht mehr als elf Farben

Anhang

verwendet werden. Sofern anhand Farben sogar ein schneller visueller Suchvorgang von Nöten ist, sollten lediglich sechs Farben angewendet werden (Deutsches Institut für Normung e.V. , 2012, s. 22ff.). Für die Farben selbst gilt, dass diese nicht zu auffällig gewählt werden sollten, da sonst von wichtigen Informationen abgelenkt wird. Hinzu kommt, dass niedrige Kontraste die Augen weniger belasten (Holl, 2007). Die tatsächliche Farbe ist ebenfalls entscheidend für den Einsatz. Farben rufen als physiologische Erscheinung bei Menschen bestimmte psychische Verhaltensweisen hervor. Die Farbe Rot wirkt anregend und kann sowohl die Herzfrequenz als auch die Hirnaktivität erhöhen. Daher empfiehlt diese sich, um die Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte zu lenken, jedoch nicht als Hauptfarbe, um eine Überstimulierung zu vermeiden (Welsch & Liebmann, 2018). Die Farben Blau und Grün hingegen bringen bei Menschen eher Ruhe und Entspannung mit sich. Diese können Angst, Stress und die Belastung von Augen reduzieren (Welsch & Liebmann, 2018). Die Farben Gelb und Orange haben zwar Gefühle, wie Glück und Zufriedenheit, zur Folge, stehen jedoch auch für Vorsicht und können auf den Menschen stimulierend wirken.

A.7.3. Grundkonstrukt der NEESP

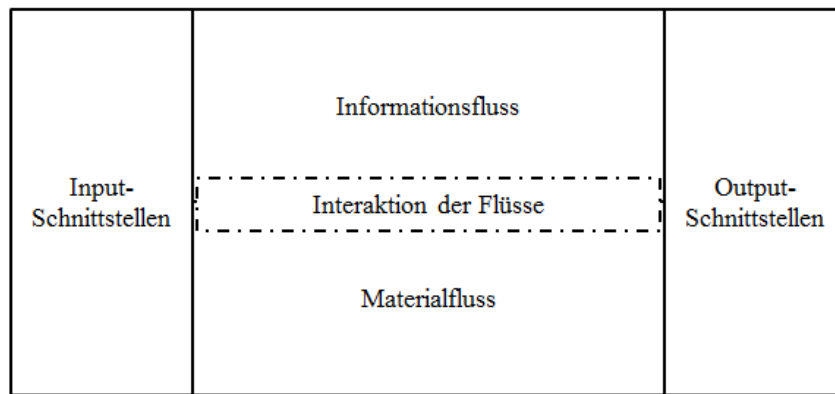


Abbildung A - 82: Grundkonstrukt der NEESP

A.7.4. Materialflusses

Auslagern	Be-/Entladen	Einlagern	Bereitstellen	Cross Docking	Umlagern
Material Input-Ladungsträger Output-Ladungsträger Ressourcen Von-/Nach-Lagerplatz	Material I.-Ladungsträger/TU O.-Ladungsträger/TU Ressourcen Bereitstellungszone	Material Ladungsträger Ressourcen Von-/Nach-Lagerplatz	Material Ladungsträger Ressourcen Von-Lagerplatz Bereitstellungszone	Material Ladungsträger Ressourcen Von-/Nach-Lagerplatz	Material Ladungsträger Ressourcen Von-/Nach-Lagerplatz
Qualitätsprüfung	Dekonsolidieren	Verpacken	Logistische Zusatzleistung	Lagern/Puffern	
Material Ladungsträger Ressourcen Arbeitsplatz	Input-Material Input-Ladungsträger Output-Material Output-Ladungsträger Ressourcen Arbeitsplatz	Material Input-Ladungsträger Output-Ladungsträger Ressourcen Arbeitsplatz Packmittel Packhilfsmittel	Input-Material Input-Ladungsträger Output-Material Output-Ladungsträger Ressourcen Arbeitsplatz Hilfsprodukte	Lagermittel Material Ladungsträger	

Abbildung A - 83: Informationen für die Prozessschritte des Materialflusses

Anhang

A.7.5. Informationsfluss

Abläufe im Informationsfluss		
Wareneingang	Lagerinterne Prozesse	Warenausgang
-Lageraufgaben	-Lageraufgaben	-Lageraufgaben
-Lageraufträge	-Lageraufträge	-Lageraufträge
-Quittierung	-Quittierung	-Quittierung
-Wareneingang buchen	-Umbuchungen	-Warenausgang buchen
-Ressourcenmanagement	-Ressourcenmanagement	-Ressourcenmanagement
-Queues	-Queues	-Queues
-Lagertyp/-bereich/-platz-Findung	-Lagertyp/-bereich/-platz-Findung	-Lagertyp/-bereich/-platz-Findung
-Lagerprozessart-Findung	-Lagerprozessart-Findung	-Lagerprozessart-Findung
-Arbeitsplatz-Findung	-Arbeitsplatz-Findung	-Arbeitsplatz-Findung
-LZL-Auftrag	-LZL-Auftrag	-LZL-Auftrag
-Ausnahme-/Prozesscodes	-Konsolidierungsgruppe	-Konsolidierungsgruppe
-Dokumente	-Dokumente	-Dokumente
-Andere Systeme (ERP, QIE)	-Andere Systeme (ERP, CRM, APO, GTS)	-Andere Systeme (ERP, CRM, APO, GTS)
-HU-Hierarchie	-HU-Hierarchie	-HU-Hierarchie
-Informationen empfangen	-Informationen empfangen	-Informationen empfangen
-Quality Inspection Engine (Prüfbelege, ...)	-Konfiguration Nachschubprozesse	-Bereitstellungszonenfindung
		-Tor-Findung
		-Route
		-Wellen

Abbildung A - 84: Aufnahme der Abläufe im Informationsfluss

Findungen	Steuerung (Aufgaben/Aufträge)	Informationsausgabe/ empfang	Systeme
-Lagertyp	-Lageraufgabe	-Dokumente	-Andere Systeme (ERP, CRM, APO, GTS, QIE,)
-Lagerbereich	-Lagerauftrag	-Ausnahme-/	
-Lagerplatztyp	-LZL-Auftrag	Prozesscodes	
-Lagerplatz	-Prüfbelege	-HU-Hierarchie	
-Arbeitsplatz	-Quittierung	-Informationen	
-Bereitstellungszone	-Ressourcenmanagement	empfangen	
-Tor	-Queues	-Informationen der	
-Lagerprozessart	-Lagerprozessart	Quality Inspection	
-Konsolidierungsgruppe	-Wellenmanagement	Engine	
-Route	-Route		
-Queues	-Konsolidierungsgruppe		

Abbildung A - 85: Gruppierung der Prozessschritte im Informationsfluss

Informationsausgabe	Informationseingabe
-Dokumente	-Dokumente
-Anweisungen	(Archivierung)
-Sicherheitshinweise	-Hu-Hierarchie
-Bedienoberflächen	-Befehle/Codes
-...	-...

Abbildung A - 86: Informationseingabe/-ausgabe

Notation zur Erstellung von EWM-spezifischen
Prozessmodellen
(NEESP)

entwickelt von Timo Schröder

In Kooperation mit der:



Windmüller & Hölscher KG

Inhaltsverzeichnis

Notation – Schnittstellen	1
Notation – Materialfluss	1
Notation – Informationsfluss	2
Notation – Interaktion der Flüsse	2
Häufige Kriterien	3
Vorgehen	4
Aufgaben	5
Regeln	5
Aufbau des Prozessmodells	6
Aufbau der Aktivität	7
Beispiel – Wareneingang	8
Beispiel – Warenausgang	9
Erläuterung der Begrifflichkeiten	10

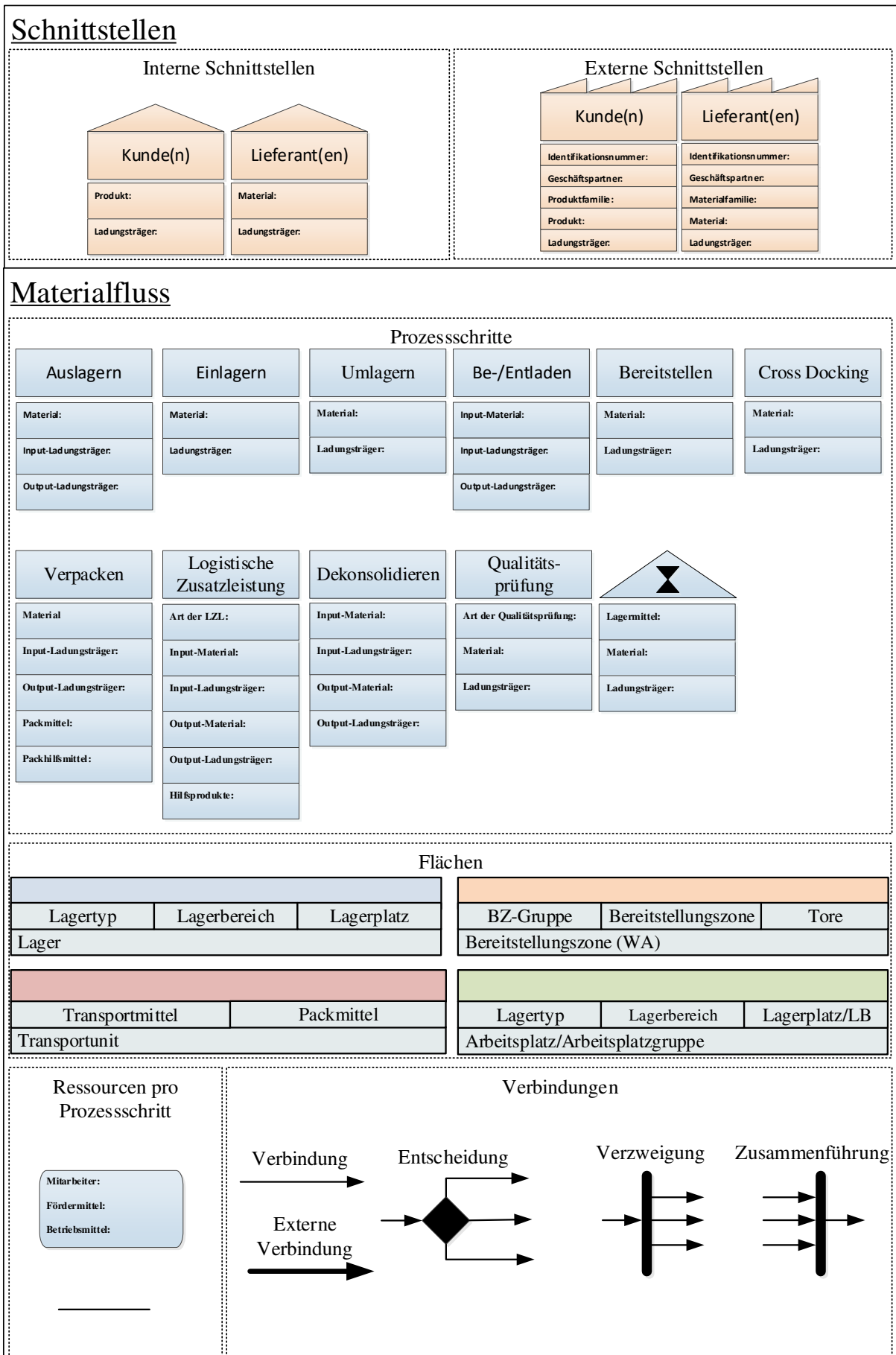


Abbildung A - 89: NEESP: Schnittstellen und Materialfluss

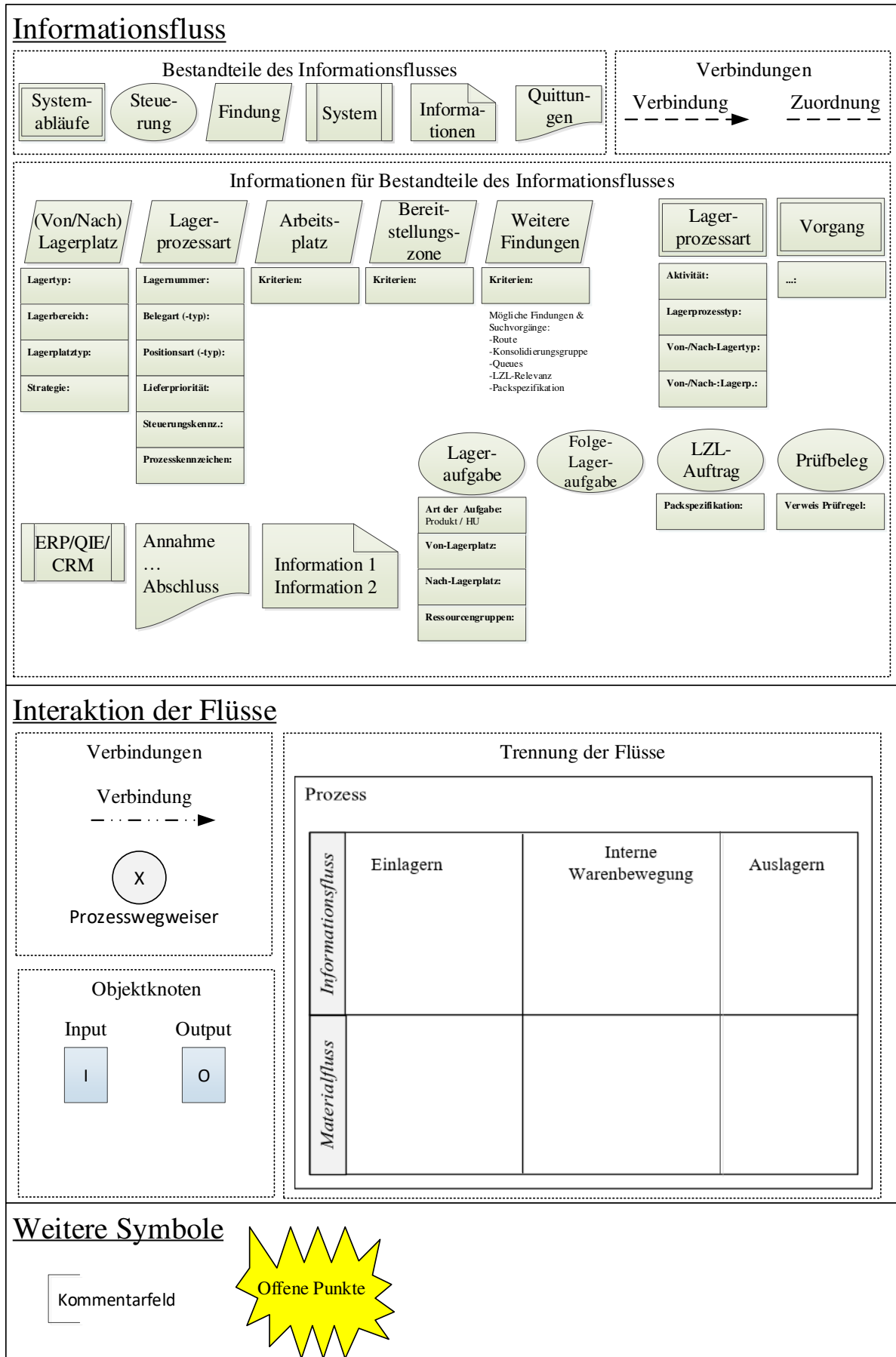


Abbildung A - 90: NEESP: Informationsfluss, Interaktion der Flüsse, weitere Symbole

<u>Häufige Kriterien</u>		
Lagertyp-Findung	Lagerbereich-Findung	Lagerplatztyp-Findung
<ul style="list-style-type: none"> • Einlagersteuerkennzeichen • Lagerprozessart • Auslagersteuerkennzeichen • Mengenklassifizierung • Gefahrstoffe • Bestandsart • Lagernummer 	<ul style="list-style-type: none"> • Lagernummer • Lagertyp • Gefahreinstufung • Lagerbereichskennzeichen • fortlaufende Nummer 	<ul style="list-style-type: none"> • Lagernummer • Lagertyp • HU-Typ • fortlaufende Nummer
Einlagerstrategie	Auslagerstrategie	Arbeitsplatz-Findung
<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle Eingabe • Fixplatz • Nähe Kommionierfixplatz • Freilager • Zulagerung • Leerplatz • Palettenlager • Blocklager • Quereinlagerung 	Kombination aus Sortierattributen: <ul style="list-style-type: none"> • Verfalldatum • Bestandstyp • Ursprungsland • Besitzer • Charge • Ressource • HU-ID • 	<ul style="list-style-type: none"> • Route • Aktivitätsbereich • HU-Typgruppe • Von-Lagertyp • Konsolidierungsgruppe
Bereitstellungszone-Findung	Route-Findung	Konsolidierungsgruppe-Findung
<ul style="list-style-type: none"> • Lagertyp • HU-Typgruppe 	<ul style="list-style-type: none"> • Startpunkt • Zielpunkt • Lieferdatum • Dokumententyp • Gewicht • Gefahrstoffkonditionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Lagernummer • Route • Warenempfänger • Priorität der Lieferposition • Zugriff über das Tor
Lagerprozessart-Findung	Queues-Findung	LZL - Relevanz
<ul style="list-style-type: none"> • Lagernummer • Belegart • Positionsart • Lieferpriorität • Steuerungskennzeichen • Prozesskennzeichen 	<ul style="list-style-type: none"> • Lagerprozessart • Von-Aktivitätsbereich • Nach-Aktivitätsbereich • Lagerplatzzugriffstyp • Aktivität • Zusätzliche Kriterien 	<ul style="list-style-type: none"> • Belegart • Positionsart • Produktgruppe des Materials
Packspezifikation-Findung	LAER-Findung	Wellenvorlage-Findung
<ul style="list-style-type: none"> • Konditionssatz (selbst erstellt) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivitätsbereich • Aktivitäten 	<ul style="list-style-type: none"> • Konditionssatz (selbst erstellt)

Abbildung A - 91: NEESP: Häufige Kriterien

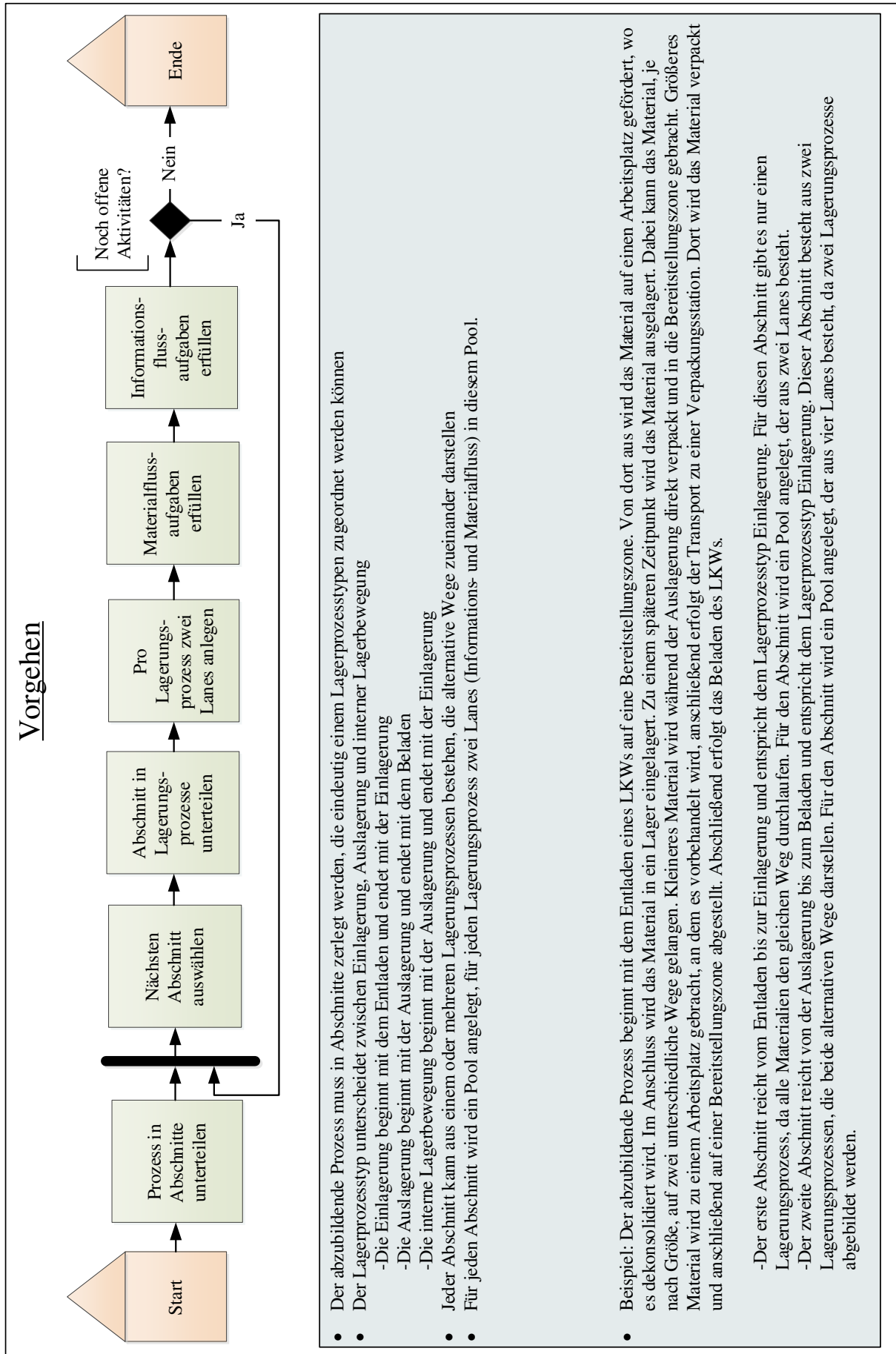


Abbildung A - 92: NEESP: Vorgehen

<u>Aufgaben</u>	
Materialflussaufgaben	
<ul style="list-style-type: none"> • Aktivität und Lagerprozessstyp (Einlagerung, interne Lagerbewegung, Auslagerung) pro Lagerungsprozess eintragen • Interne und externe Lieferanten darstellen • Ersten Prozessschritt in Form des Lagerns auf einer Fläche darstellen (Startpunkt) • Letzten Prozessschritt in Form des Lagerns auf einer Fläche darstellen (Endpunkt) • Zweiten und vorletzten Prozessschritt über Regeln ermitteln und abbilden • Alle dazwischenliegenden Prozessschritte pro Lagerungsprozess darstellen • Interne und externe Kunden darstellen • Prozessschritte zueinander in Verbindung setzen (Verzweigungen, Zusammenführungen, Entscheidungen, Verbindungen) • Schnittstellen mit Prozessschritte verbinden • Ressourcen pro Prozessschritt darstellen und zuordnen (laufend möglich) • Flächen den Prozessschritten hinterlegen (laufend möglich) • Alle Symbole mit Informationen füllen (laufend möglich) • Offene Punkte eintragen (laufend möglich) • Regeln prüfen • Lagerungsprozess mit Trennzeichen abgrenzen (nur falls weiterer Lagerungsprozess folgt) 	
Informationsflussaufgaben	
<ul style="list-style-type: none"> • Lagerprozessart-Findung pro Lagerungsprozess abbilden • Lagerprozessart pro Lagerungsprozess abbilden • Belege für die Prozessschritte angeben (Lageraufgabe, LZL-Auftrag, Prüfbeleg) • Ggf. Folge-Belege angeben (Folge-Lageraufgabe, ...) • Findungen angeben • Für jeden Prozessschritt Aufgaben der Quittierung darstellen • Ggf. Input-/Outputinformationen angeben • Externe Systeme für betroffene Prozessschritte angeben • Alle Symbole mit Informationen füllen (laufend möglich) • Verbindung im Informationsfluss herstellen (laufend möglich) • Verbindungen zwischen Informations- und Materialfluss herstellen (laufend möglich) • Offene Punkte eintragen (laufend möglich) • Regeln prüfen 	
<u>Regeln</u>	
Regeln - Materialfluss	
<ul style="list-style-type: none"> • Der Materialfluss startet und endet mit Schnittstellen • Erster und letzter Prozessschritt ist immer Lagern auf einer Fläche • Zweiter und vorletzter Prozessschritt werden anhand des Lagerprozessstyps ermittelt <ul style="list-style-type: none"> • Einlagerung startet mit Entladen und endet mit Einlagerung • Auslagerung startet mit Auslagerung und endet mit Beladen • Interne Lagerbewegung startet mit Auslagerung und endet mit Einlagerung • Jeder Prozessschritt hat genaue eine eingehende und eine ausgehende Verbindung • Nach jedem Lagerungsprozess wird eine Trennung in die Lanes eingefügt • Außer bei HU-Bewegungen sind Prozessschritten Flächen zu hinterlegen • Flächen werden dann unterschieden, wenn sich der Lagertyp ändert • Nichts verschwindet oder erscheint im Materialfluss (Zu- und Abflüsse eintragen) • Für jeden Prozessschritt, außer dem Lagern, sind Ressourcen anzugeben 	
Regeln-Informationsfluss	
<ul style="list-style-type: none"> • Jeder Lagerungsprozess startet im Informationsfluss mit der Lagerprozessart-Findung • Für jeden Lagerungsprozess wird eine Lagerprozessart-Findung und die gefundene Lagerprozessart eingetragen • Logistische Zusatzleistungen haben als Input einen LZL-Auftrag • Qualitätsprüfungen haben als Input einen Prüfbeleg • Alle weiteren Prozessschritte haben als Input eine Lageraufgabe • HU-Lageraufgaben werden für die Bewegung ganzer HUs eingesetzt • Produkt-Lageraufgaben werden bei Bewegung einzelner Materialien eingesetzt • Für jeden Prozessschritt werden die Aufgaben der Quittierung festgehalten • Jede Einlagerung hat eine Nach-Lagerplatz-Findung • Jede Auslagerung hat eine Von-Lagerplatz-Findung • Jede Umlagerung hat mindestens eine Von- oder Nach-Lagerplatz-Findung • Informationen sind auszufüllen, wenn diese vorhanden sind • Keine Kreuzung der Verbindungen von Material- und Informationsfluss 	

Abbildung A - 93: Aufgaben und Regeln

Aufbau des Prozessmodells

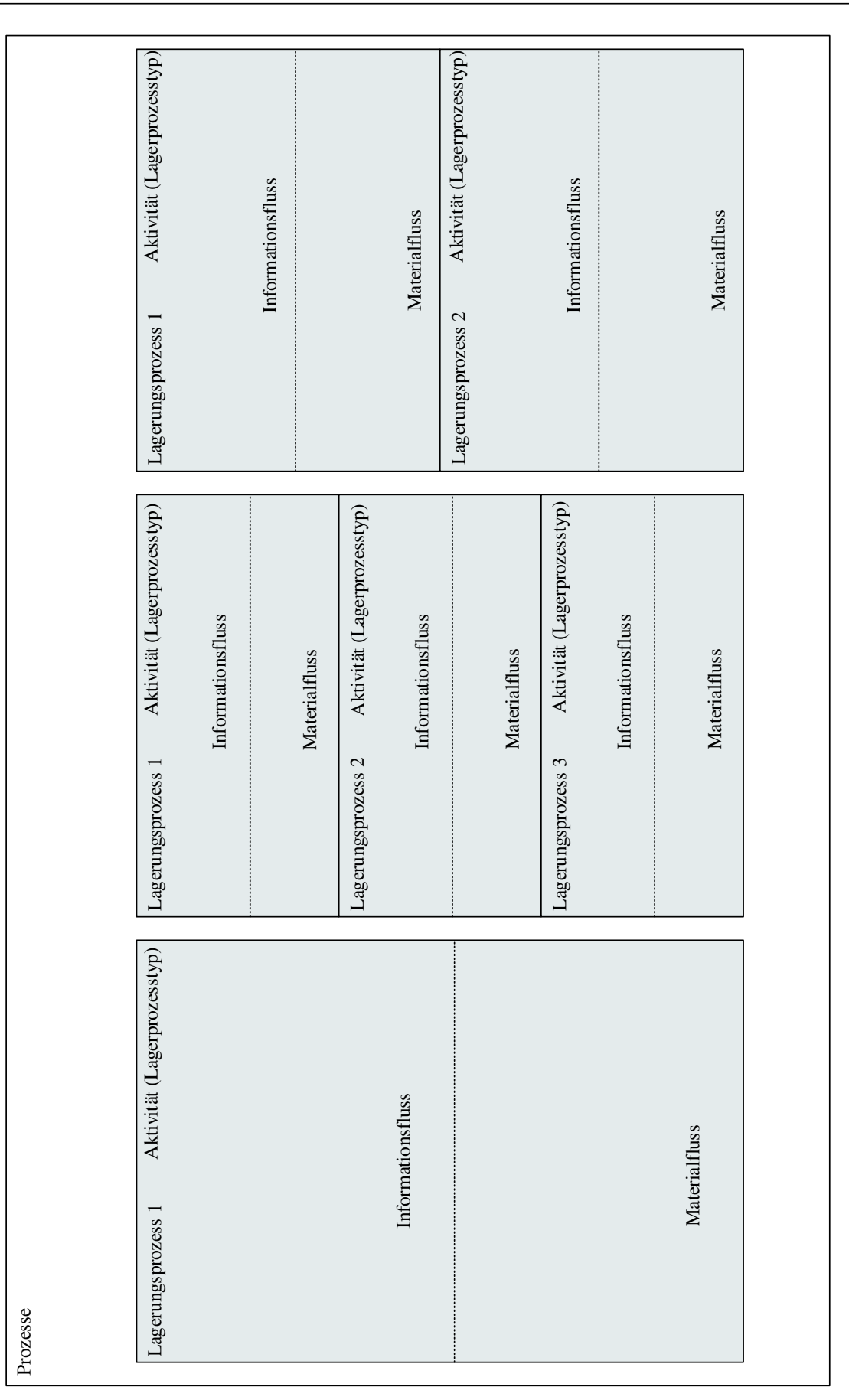


Abbildung A - 94: NEESP: Aufbau des Prozessmodells

Beispiel: Einlagerung

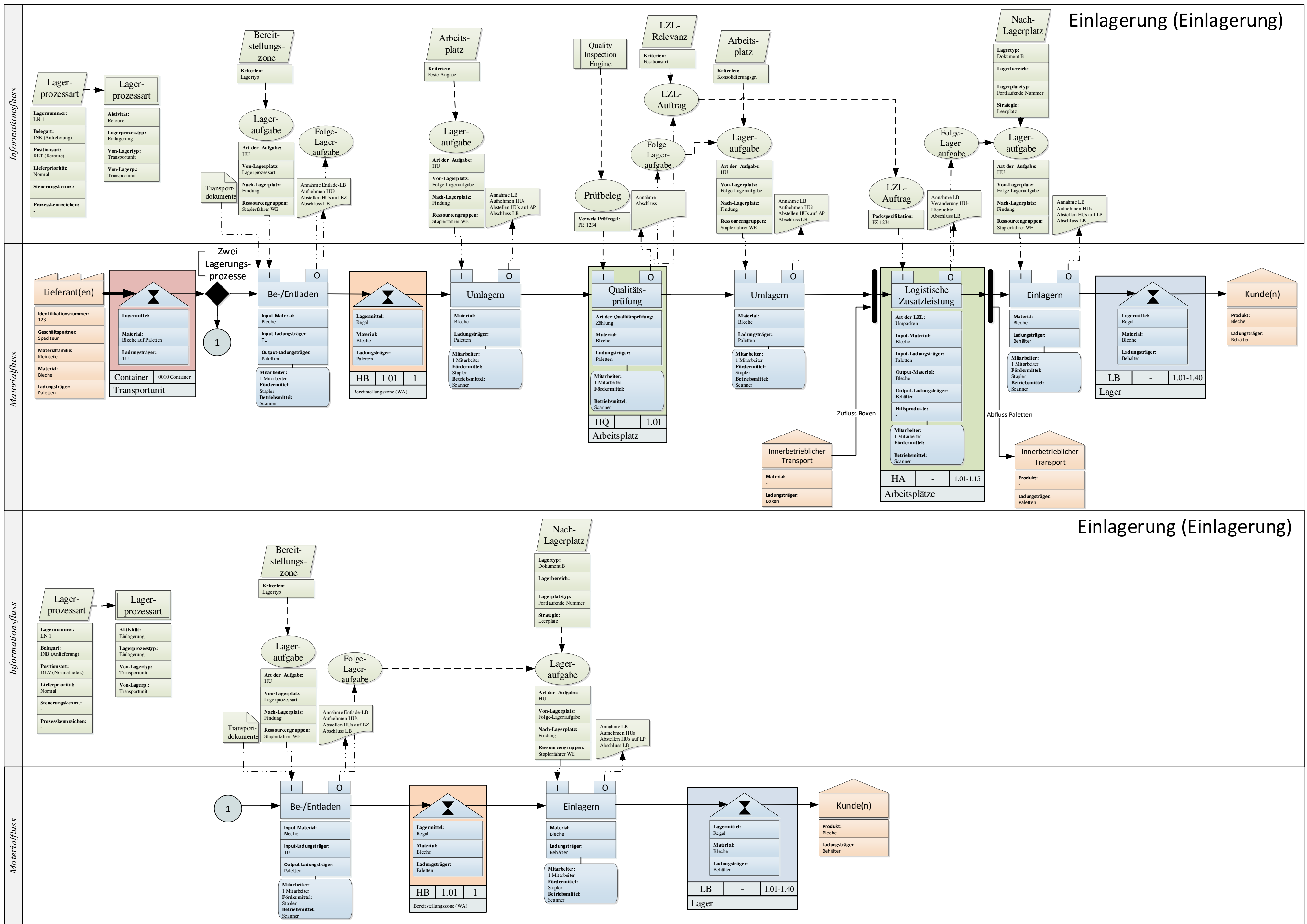


Abbildung A - 96: 1. Beispiel - Wareneingang

Beispiel: Auslagerung

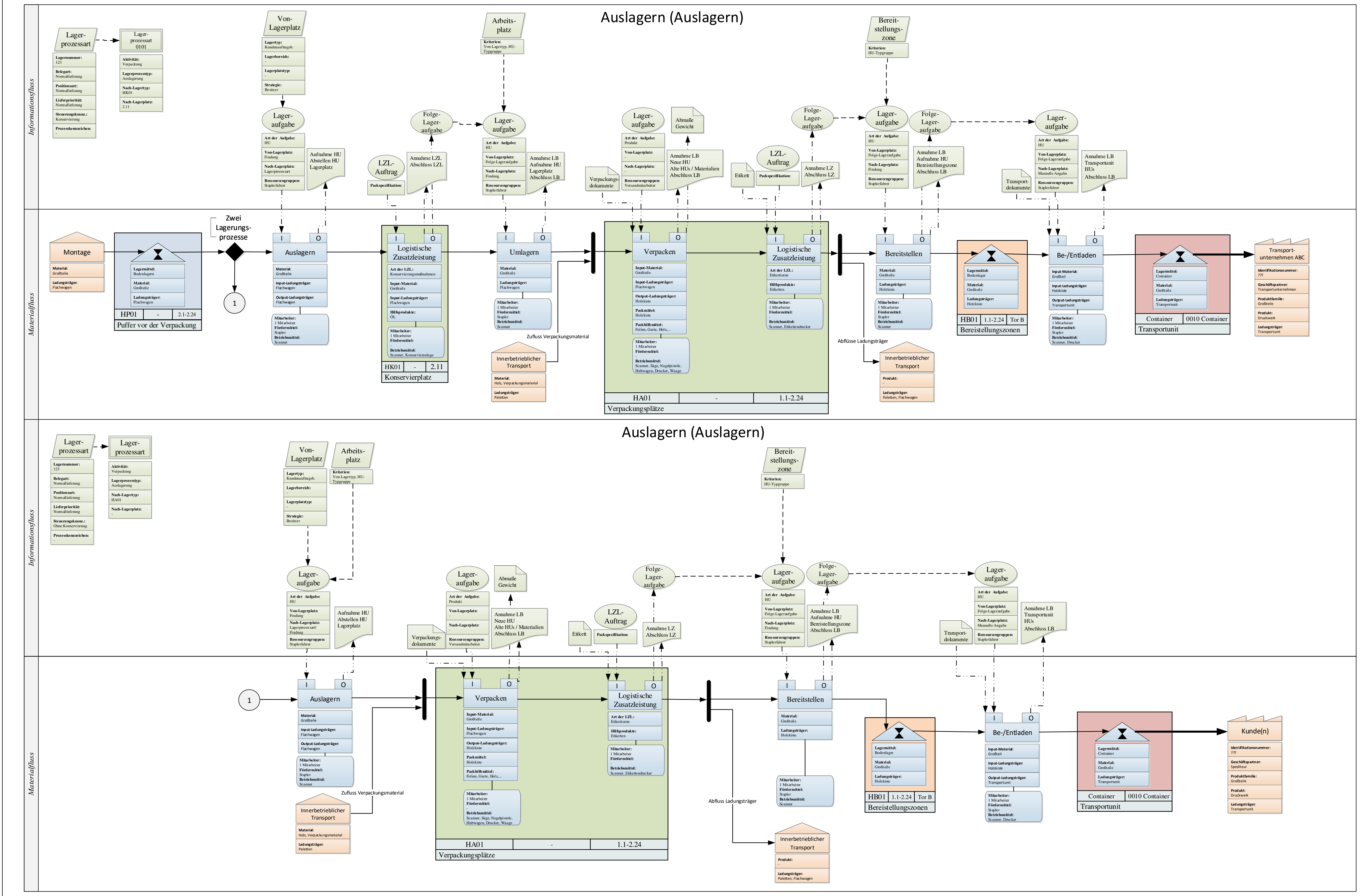


Abbildung A - 97: 2. Beispiel - Warenausgang

Erläuterungen

Schnittstellen

Die Schnittstellen bezeichnen die Verbindungsstelle zwischen Aktivitäten. Durch die Schnittstellen lässt sich abbilden, welche internen oder externen Lieferanten und Kunden an die Aktivität angrenzen. Interne Schnittstellen bezeichnen den Übergang zwischen unternehmensinternen Organisationsbereiche. Externe Schnittstellen sind andere Unternehmen oder Dienstleister.

Geschäftspartner (externe Schnittstellen)

Geschäftspartner sind ein Begriff aus EWM. Diese werden genutzt, um Geschäftsoperationen abzubilden. Geschäftspartner können Kunden, Lieferanten, Spediteure, Transportunternehmen und ein eigenes Werk sein. Ein Werk stellt einen besonderen Fall dar, da dies in der Realität innerhalb des Unternehmens liegt, systemseitig jedoch nicht so behandelt wird.

Identifikationsnummer

Die Identifikationsnummer kennzeichnet den Geschäftspartner eindeutig. Diese Nummer wird von EWM genutzt, um Informationen aus dem ERP System abzufragen.

Auslagern

Das Auslagern bezeichnet das Kommissionieren und Bewegen von Material von einem Von- auf einen Nach-Lagerplatz. Um den richtigen Von-Lagerplatz zu finden, von dem ausgelagert werden soll, wird eine Findung durchgeführt. Der Prozessschritt wird durch eine Lageraufgabe angestoßen, die als Information den Von-/Nach-Lagerplatz, die Materialien und die Menge liefert.

Einlagern

Das Einlagern bezeichnet das Bewegen von Material von einem Von- auf einen Nach-Lagerplatz. Um den richtigen Nach-Lagerplatz zu finden, von dem ausgelagert werden soll, wird eine Findung durchgeführt. Der Prozessschritt wird durch eine Lageraufgabe angestoßen, die als Information den Von-/Nach-Lagerplatz, die Materialien und die Menge liefert.

Umlagern

Das Umlagern bezeichnet das Bewegen von Material von einem Von- auf einen Nach-Lagerplatz. Je nach Umlagerung wird der Von- oder Nach-Lagerplatz anhand einer Findung bestimmt. Der Prozessschritt wird durch eine Lageraufgabe angestoßen, die als Information den Von-/Nach-Lagerplatz, die Materialien und die Menge liefert.

Bereitstellen

Das Bereitstellen bezeichnet das Bewegen von Material von einem Von-Lagerplatz auf eine Bereitstellungszone. Das Bereitstellen wird durchgeführt, wenn nicht direkt verladen werden kann. Die Bereitstellungszone und das dazugehörige Tor werden anhand einer Findung bestimmt. Der Prozessschritt wird durch eine Lageraufgabe angestoßen, die als Information den Von-/Nach-Lagerplatz, die Materialien und die Menge liefert.

Be-/Entladen

Das Entladen bezeichnet das Bewegen von Material von einer Transportunit auf eine Bereitstellungszone. Der Prozessschritt wird durch eine Entlade-Lageraufgabe angestoßen, die als Information den Von-/Nach-Lagerplatz, die Materialien und die Menge liefert. Das Beladen bezeichnet das Bewegen von Material von einer Bereitstellungszone auf eine Transportunit. Der Prozessschritt wird durch eine Belade-Lageraufgabe angestoßen, die als Information den Von-/Nach-Lagerplatz, die Materialien und die Menge liefert.

Cross-Docking

Das Cross-Docking bezeichnet das Versenden von Material direkt aus dem Wareneingang, ohne dass eine Einlagerung stattfindet. Die Ware wird vom Wareneingang direkt in den Warenausgangsprozess umgeleitet.

Qualitätsprüfung

Qualitätsprüfung bezeichnet die Überprüfung von Waren. Systemseitig wird diese über die Quality Inspection Engine durchgeführt. Anhand von Prüfbelegen werden die Waren überprüft, die Ergebnisse aufgenommen und das Endergebnis erfasst.

Erläuterungen

Verpacken

Verpacken wird genutzt, um zusammengehörige Ware zu konsolidieren. Beim Verpacken wird Material aus einer oder mehreren HUs zusammengefasst. Ergebnis ist eine HU, die aus Materialien und/oder weiteren HUs besteht. Während des Vorgangs werden Packmittel und Packhilfsmittel verarbeitet. Das Verpacken kann während der Kommissionierung oder auf einem Arbeitsplatz stattfinden.

Dekonsolidieren

Dekonsolidieren bezeichnet das Vereinzeln von Material im Wareneingang. Es ist notwendig, wenn Material sich auf einer HU befindet, jedoch getrennt eingelagert werden soll. Das Dekonsolidieren wird auf einem Arbeitsplatz durchgeführt.

Logistische Zusatzleistung (LZL)

Logistische Zusatzleistungen fassen verschiedene Prozessschritte unter einem Begriff zusammen. LZL sind Prozessschritte, die den Wert der Ware im Lager steigern. Gängige LZL sind das Umpacken, Konservierungsmaßnahmen, Montage, Kitting und Kennzeichnungen. Die LZL werden durch LZL-Aufträge ausgelöst.

Lagern

Das Lagern bezeichnet die Nicht-Handhabung von Material. Das Material befindet sich auf einer Fläche und wird weder bewegt, noch bearbeitet. Das Lagern ist als Prozessschritt notwendig, um den Prozess sinnvoll abbilden zu können.

Flächen

Flächen werden innerhalb der NEESP in Lager, Arbeitsplatz, Bereitstellungszone und Transportunit unterschieden. Jede der Flächen hat eine eigene Funktion. Alle Prozessschritte, die auf einer Fläche stattfinden, müssen mit dem entsprechenden Symbol gekennzeichnet werden.

Ressourcen

Ressourcen bezeichnen Mitarbeiter, Fördermittel und Betriebsmittel, die eingesetzt werden, um einen Prozessschritt durchzuführen. Bei jedem Prozessschritt, außer dem Lagern, kommen Ressourcen zum Einsatz. Aus diesem Grund muss jeder der Prozessschritt über eine Zuordnung mit einem Ressourcen-Symbol verbunden werden.

Verbindungen, Zusammenführungen, Verzweigungen, Entscheidungen

Die Verbindungen stellen lediglich den Zusammenhang zwischen den Prozessschritten dar. So ist erkenntlich, welche Prozessschritte aufeinander folgen. Verzweigungen bezeichnen die Spaltung des Materialflusses in mehrere Flüsse, wobei diese parallel ablaufen. Dies kann bspw. der Fall sein, wenn aus einem Prozessschritt die Bewegung der Ware und gleichzeitig der Abfluss überflüssiger Ladungsträger folgt. Zusammenführungen finden Anwendung, wenn mehrere Flüsse vor einem Prozessschritt zusammenlaufen. Entscheidungen werden eingesetzt, wenn der Materialfluss auf Grundlage einer Bedingung in mehrere Flüsse gespalten wird, wobei jeweils nur einer der Flüsse gleichzeitig ablaufen kann.

Aktivität

Die Aktivität stellt eine Lagertätigkeit dar, die eine Warenbewegung zur Folge hat. In EWM lassen sich verschiedene Aktivitäten definieren. Jede Aktivität wird einem Lagerprozessstyp zugeordnet.

Lagerprozessart

EWM steuert jeden Lagerprozess mit der Lagerprozessart. Die Lagerprozessart wird mit der Aktivität und dem Lagerprozessstyp verknüpft. Der Lagerungsprozess, der aus den einzelnen Schritten des Prozesses besteht, wird der Lagerprozessart hinterlegt. Anhand einer Findung wird zu Beginn einer Aktivität bestimmt, welche Lagerprozessart für das Material die Richtige ist. Mit der Entscheidung über die Lagerprozessart ist der Lagerungsprozess definiert, den das Material dann durchläuft. Optional enthält die Lagerprozessart Informationen über den Nach-Lagertyp und Nach-Lagerplatz bei einer Auslagerung, oder Informationen über den Von-Lagertyp und Von-Lagerplatz bei einer Einlagerung.

Lagerprozessstyp

Der Lagerprozessstyp ist der Schlüssel für die Art der Warenbewegung. Dieser wird in der NEESP zwischen Einlagerung, Auslagerung und interne Lagerbewegung unterschieden.

Erläuterungen

Packmittel

Packmittel bezeichnet Material, welches dazu genutzt wird, um anderes Material zu umschließen oder zusammenzuhalten. Packmittel kann ein Ladungsträger darstellen. Beispiele für Packmittel sind Schachteln, Paletten oder Container.

Ladungsträger

Der Ladungsträger bezeichnet ein tragendes Mittel zur Zusammenfassung von Gütern.(DIN 30781)

Packhilfsmittel:

Packhilfsmittel bezeichnen Material, das zum Verpacken des Materials genutzt wird. Hierunter fallen bspw. Folien oder Polstemittel.

Hilfsprodukte:

Hilfsprodukte finden während einer LZL Anwendung. Diese werden benötigt, um die LZL durchführen zu können. Ein Beispiel für ein Hilfsprodukt ist ÖL für eine Konservierungsmaßnahme.

Lagertyp

Lagertypen werden genutzt, um ein Lager nach der Lagermethode, Materialart oder der Ein- und Auslagerstrategie in Bereiche zu unterteilen. Jeder der Bereiche wird mit einer Bezeichnung für den Lagertyp gekennzeichnet.

Lagerbereich

Der Lagerbereich wird optional eingesetzt, um einen Lagertypen hinsichtlich Materialart oder der Erreichbarkeit zu unterteilen.

Lagerplatztyp

Der Lagerplatztyp fasst mehrere Lagerplätze zusammen, welche gleiche Ausprägungen vorzuweisen haben. Über diesen kann entschieden werden, welche Handling-Unit-Typen auf welchem Lagerplatz lagern dürfen.

Lagerplatz

Der Lagerplatz bezeichnet eine bestimmte Stelle im Lager, auf der Material gelagert werden kann. Bevor ein- oder ausgelagert werden kann, muss über Findungen der Lagerplatz bestimmt werden.

Einlager- & Auslagerstrategien:

Diese Strategien werden als ein Kriterium eingesetzt, um bei Findungen den richtigen Lagerplatz zu ermitteln. Als Einlagerstrategie kann beispielsweise „Leerplatz“ eingesetzt werden, um vornehmlich auf freien Lagerplätzen einzulagern. Ein Beispiel für eine Auslagerstrategie ist FIFO, durch die der Lagerplatz gefunden wird, dessen Material zuerst eingelagert worden ist.

Bereitstellungszone

Bereitstellungszonen dienen zur Zwischenlagerung von Material, das gerade Entladen worden ist oder vor der Beladung steht. Systemseitig werden Bereitstellungszonen als Lagerbereiche definiert. Einer Bereitstellungszone werden ein oder mehrere Tore zugewiesen. Die richtige Bereitstellungszone wird durch eine Findung ermittelt.

Bereitstellungszonengruppe

Gleichartige Bereitstellungszonen werden in einer Bereitstellungszonengruppe zusammengefasst. Diese ist systemseitig mit dem Lagertypen gleichzusetzen.

Tore

Tore sind Stellen, an denen Material das Lager verlassen oder betreten kann. Für jedes Tor muss angegeben werden, ob es für den Wareneingang, den Warenausgang oder beides genutzt wird. Ein Tor wird einer oder mehrerer Bereitstellungszonen zugewiesen.

Arbeitsplatz

Arbeitsplatz sind die vielfältigsten Bereiche im Lager. An Arbeitsplätzen finden Aktivitäten mit Beständen oder HUs statt. Beispiele hierfür sind das Dekonsolidieren oder Verpacken. Ein Arbeitsplatz kann entweder einzeln oder über eine Arbeitsplatzgruppe definiert werden. Bei einem einzelnen Arbeitsplatz sind Lagertyp und Lagerplatz anzugeben. Für eine Arbeitsplatzgruppe müssen der Lagertyp, sowie der Eingangs- und Ausgangsbereich der Gruppe aus Lagerbereiche definiert werden.

Erläuterungen

Handling Unit

Der Begriff Handling Unit meint in EWM die Einheit aus Packmittel und darauf oder darin gelagertem Material.

Transportunit

Die Transportunit bezeichnet die beladbare Einheit eines Fahrzeugs, um Waren zu transportieren. Für eine TU werden das Transportmittel und das Packmittel angegeben. Das Transportmittel gibt die Art der Transporteinheit, wie einen Container an. Das Packmittel definiert anhand der Packmittelart, welches Gewicht und Volumen die Transporteinheit laden kann.

Systemabläufe

Unter Systemabläufen werden alle Prozesse zusammengefasst, die in EWM ablaufen und dort Informationen erzeugen, die dann an anderer Stelle wieder verarbeitet werden.

Steuerung

Unter Steuerung werden alle Prozesse zusammengefasst, die Prozessschritte im Materialfluss auslösen. Hierunter fallen die Lageraufgabe, der LZL-Auftrag und der Prüfbeleg. Bei allen Dreien handelt es sich um Belege, die relevante Informationen inne haben und diese an Ressourcen zur Erfüllung weitergeben.

Findungen

Findungen bezeichnen Suchvorgänge in EWM anhand von Kriterien. Beispiele für Findungen sind die Lagertyp-, Lagerbereich-, Lagerplatz- und Lagerprozessart-Findung. Für jede Findung werden andere Kriterien herangezogen. Anhand dieser Kriterien wird ein Abgleich durchgeführt, um das optimale Ergebnis zu ermitteln. Für zwei Findungen wurden aufgrund der immensen Relevanz standardisierte Symbole erzeugt. Es können jedoch auch weitere Findungen über das Findungen Symbol und die Datenkästen abgebildet werden.

Belegart

Die Belegart ist ein wichtiger Parameter von Lieferbelegen. Diese steht für ein betriebswirtschaftliches Lieferszenario. Der Belegart wird über den Belegtyp das Lieferszenario zugewiesen.

Belegtyp

Der Belegtyp steht für ein fest definiertes Lieferszenario. Belegtypen sind: GRN (Benachrichtigung über erwarteten Wareneingang), EGR (erwarteter Wareneingang), IDN (Anlieferungsbenachrichtigung), PDI (Anlieferung), ODR (Auslieferungsbenachrichtigung), PDO (Auslieferungsauftrag), FDO (Auslieferung), POR (Umbuchungsanforderung), SPC (Umbuchung), WMR (Umlagerung).

Positionsart

Die Positionsart ist analog zur Belegart, jedoch bezieht sich diese auf die einzelnen Positionen einer Lieferung.

Positionstyp

Der Positionstyp ist analog zum Belegtyp, jedoch bezieht sich dieser auf die einzelnen Positionen einer Lieferung. Positionstypen sind: DLV (Standardlieferposition), PAC (Packmittelposition), RET (Retourenposition), TXT (Textposition), VAL (Wertposition)

Steuerungskennzeichen

Das Steuerungskennzeichen kann auf dem Stamm eines Materials hinterlegt werden, um das Material in eine bestimmte Lagerprozessart zu steuern.

Prozesskennzeichen

Dieses Kennzeichen wird bei Cross-Docking Prozessen durchgeführt, um die Lagerprozessart gesondert zu bestimmen.

System

Als System müssen in der NEESP alle Systeme angegeben, die abgesehen von EWM Anwendung finden. Hierzu gehören beispielsweise die weiteren SAP Systeme ERP, CRM und QIE.

Informationen

Informationen sind das allgemeinste Symbol im Informationsfluss. Hiermit können alle möglichen Informationen angegeben werden, die als Input oder Output eines Prozessschrittes Anwendung finden. Beispielsweise können Dokumente als Input geliefert oder Gewichte und Abmaße als Output an EWM zurückgegeben werden.

Erläuterungen

Quittungen

Bei den Quittungen sind alle Aufgaben des Quittierens pro Prozessschritt anzugeben, die ein Mitarbeiter durchführt. Wenn ein Mitarbeiter die Annahme und die Erledigung einer Lageraufgabe quittieren soll, dann ist dies hier anzugeben.

Verbindung

Die Verbindung ist im Informationsfluss einfach gehalten. Diese gibt an, welche Symbole im Informationsfluss in welchem Verhältnis zueinander stehen.

Queues

Queues sind Warteschlangen, die offene Lageraufträge beinhalten. Die Lageraufträge werden dort bereitgehalten, bis eine Ressourcengruppe in der Lage ist neue Aufgaben zu erfüllen. Dann werden diese der Ressourcengruppe zur Erfüllung zugewiesen.

Ressourcengruppe

Die Ressourcengruppe fasst Ressourcen mit gleichen Eigenschaften zusammen. In einer Ressourcengruppe befinden sich alldiejenigen Ressourcen, die sich gleichermaßen zur Erfüllung eines Lagerauftrags eignen.

Lageraufgabe

Die Lageraufgabe wird einer Ressource zugewiesen. Diese enthält alle notwendigen Informationen, die zur Erfüllung notwendig sind. Zu den Informationen gehören das Material, die Menge, der Von- und Nachlagerplatz und die Lagerprozessart. Mit dem Erhalt der Lageraufgabe durch die Ressource wird somit der physische Prozess angestoßen.

Lagerauftrag

Mehrere Lageraufgaben werden anhand der Lagerauftragsstellungsregel zusammengefasst. Der Lagerauftrag enthält so viele Lageraufgaben, wie von einer Ressource in einer definierten Zeit abgeschlossen werden können.

Lagerauftragsstellungsregel

Die Lagerauftragsstellungsregel fasst mit Hilfe definierbarer Parameter die Lageraufgaben zu Lageraufträgen zusammen. Anhand einer Findung wird für jede Lageraufgabe die passende LAER ausgewählt.

LZL-Auftrag

Der LZL-Auftrag ist im speziellen für logistische Zusatzleistungen im Einsatz. Der LZL-Auftrag enthält wichtige Informationen zur Durchführung der LZL. Diese sind die LZL-Aktivität, die Menge, die Packspezifikation und die Hilfsmittel.

Packspezifikation

Packspezifikationen geben an, wie Produkte zu verpacken sind und welche Aktivitäten bei der Verpackung durchgeführt werden müssen.

LZL-Relevanz

Die LZL-Relevanz ist Vorgang, bei dem für ein Material geprüft wird, ob dieses durch eine LZL bearbeitet werden muss. Hierfür werden die Belegart, Positionsart und die Produktgruppe des Materials geprüft.

Prüfbeleg

Auf Basis des Prüfobjekttyps und der Prüfregele wird ermittelt, wofür Prüfbelege angelegt werden. Die Prüfbelege enthalten alle Informationen, die zur Durchführung der Prüfung notwendig sind. Im Prüfbeleg werden zudem die Ergebnisse der Prüfung festgehalten.

Interaktion der Flüsse

Die Interaktion der Flüsse meint die Verbindung zwischen dem Material- und dem Informationsfluss. Hierbei findet lediglich ein Symbol, die Verbindung selbst Anwendung.

Konnektor

Der Konnektor findet Anwendung, wenn aufgrund der Übersichtlichkeit das Kreuzen von Linien und Symbolen verhindert werden soll. Dies ist vor allem dann notwendig, wenn mehrere Lagerungsprozesse untereinander dargestellt werden. Die Linie wird anhand des Konnektors unterbrochen. Dieser wird mit einer Zahl gekennzeichnet. An anderer Stelle wird der Konnektor mit der Zahl erneut dargestellt. An dieser führt die Linie weiter.

Erläuterungen

Kommentarfeld

Mit dem Kommentarfeld wird die Bedingung oberhalb einer Entscheidung angegeben. Es ist ebenfalls möglich aus Gründen der Verständlichkeit weitere Kommentare im Prozess einzupflegen.

Offene Punkte

Über dieses Symbol können offene Punkte eingetragen werden, die im Rahmen der Entwicklung des EWM-spezifischen Prozessmodells noch zu klären sind.

Route

Die Route ist ein Kriterium, welches diejenigen Produkte gleich kennzeichnet, die zusammen versandt werden. Die Route wird anhand einer Findung bestimmt, bei der die Kriterien Start- und Zielpunkt, das Lieferdatum, der Dokumententyp, das Gewicht und die Gefahrstoffkonditionen abgeglichen werden.

Konsolidierungsgruppe

Die Konsolidierungsgruppe kennzeichnet Material, das zusammen verpackt wird. Die Findung der Konsolidierungsgruppe basiert auf den Kriterien Lagernummer, Route, Warenempfänger, Priorität und Tor.

Objektknoten

Die Objektknoten werden als Output- und Input-Andockstelle für Informationen an jedem Prozessschritt angebracht. Dies ist in der Visio-Vorlage im Standard bereits umgesetzt. Der Informationsfluss wird pro Prozessschritt als Input und als Output angegeben.

Pool und Lanes (Trennung der Flüsse)

Der Pool und die Lanes finden Anwendung, um den Prozess übersichtlicher zu gestalten. Der Pool umfasst den gesamten Prozess. Die Lanes teilen den Prozess in Material- und Informationsfluss pro Lagerprozessart.

A.8. Validierung der NEESP

Anforderungen	NEESP
Die Notation ermöglicht die ökonomische Abbildung verzweigter Prozesse im Zusammenhang des Gesamtprozesses.	✓
Schnittstellen zum Gesamtprozess darstellen können	✓
Sequentiellen Ablauf darstellen können	✓
Parallelen Ablauf darstellen können	✓
Verzweigungen & Zusammenführungen darstellen können	✓
Entscheidungen darstellen können	✓
Die Notation ermöglicht die Abbildung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Prozessschritte.	✓
Prozessschritte in den Prozess einordnen können	✓
Prozessschritte zueinander in Beziehung setzen können	✓
Bezeichnung der Prozessschritte angeben können	✓
Informationen zu den Prozessschritten angeben können	✓
Mit der Notation können der Informations- und Materialfluss über unterschiedliche Symbole dargestellt werden, sodass diese voneinander zu unterscheiden sind. Zudem lässt sich der Einfluss der beiden Flüsse aufeinander abbilden.	✓
Der Informationsfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Materialfluss lässt sich über eigene Symbole abbilden	✓
Der Einfluss der Flüsse aufeinander lässt sich über Symbole darstellen	✓
Informations- und Materialfluss sind räumlich getrennt	✓
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter Ressourcen inklusive prozessrelevanter Informationen zu Prozessschritten oder Prozessen.	✓
Bezeichnung der Ressourcen möglich	✓
Informationen zu den Ressourcen angeben können	✓
Zuordnung der Ressourcen zu den Prozessschritten ist möglich	✓
Unterschiedliche Arten von Ressourcen unterscheiden können	✓
Die Notation ermöglicht die Zuordnung eindeutig bezeichneter und mit Informationen bestückter Handling Units zu Prozessschritten oder Prozessen.	✓
Bezeichnung der Handling Units möglich	✓
Informationen zu den Handling Units angeben können	✓
Zuordnung der Handling Units zu den Prozessschritten möglich	✓
Unterschiedliche Arten von Handling Units unterscheiden können	✓
Die Notation ermöglicht die visuelle Darstellung von Flächen.	✓
Flächen können visuell dargestellt werden	✓
Flächen können mit einem Namen bezeichnet werden	✓
Prozessschritte können den Flächen eindeutig zugeordnet werden	✓
Die Notation ermöglicht die visuelle Differenzierung von Flächen nach deren Funktionalität.	✓
Flächen lassen sich nach Funktionen unterscheiden	✓
Flächen lassen sich visuell nach Funktionen unterscheiden	✓
Die Notation ermöglicht die Differenzierung von Prozessschritten nach unterschiedlichen Arten, welche die Prozessschritte auf Grundlage der Funktion in unterschiedliche Gruppen unterteilen.	✓
Es existieren verschiedene Prozessschritte	✓
Es bestehen mehrere Gruppen an Prozessschritten	✓
Die Prozessschritte werden nach ihrer Funktion unterschieden	✓
Die Prozessschritte können eindeutig den Gruppen zugeordnet werden	✓
An den Symbolen sind die unterschiedlichen Gruppen visuell erkenntlich	✓
Die Modellierungsmethode kann aufgrund der durchgängigen Standardisierung und umfassenden Dokumentation eigenständig erlernt und anschließend beherrscht werden.	✓
Die Anzahl der Symbole ist auf neun begrenzt	(√)
Es existiert ein Vorgehensmodell für die Modellierung mit Hilfe der Notation	✓
Es existieren Standards über den Aufbau, die Gruppierung, Bedeutung und Verwendung der Symbole	✓
Es existieren umfangreiche Beispiele für den Einsatz der Notation	(√)
Die Modellierungsmethode ermöglicht die Prozesse standardisiert, strukturiert und damit nachvollziehbar abzubilden.	✓
Entscheidungen sind nachvollziehbar dargestellt	✓
Die vermehrte Kreuzung von Linien und Symbolen wird verhindert	✓
Die Unterteilung in verschiedene Funktionsbereiche (bspw. Informations- und Materialfluss) ist möglich	✓
Der Aufbau der Symbole ist standardisiert	✓
Die Symbole ermöglichen die Informationen übersichtlich darzustellen	✓

Abbildung A - 104: Ergebnis der Anforderungsanalyse für die NEESP