
Smart-Logistic-Grids – Anpassungsfähige multimodale Logistiknetzwerke durch integrierte Logistikplanung und -regelung

Herausgegeben von
Günther Schuh, Volker Stich

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh, Direktor des FIR e. V. an der RWTH Aachen
Prof. Dr.-Ing. Volker Stich, Geschäftsführer des FIR e. V. an der RWTH Aachen

Autoren:

Christian Hocken, Ulrike Krebs, Michael Kurz, Michael Schenk, Sebastian Schmitz
(FIR e. V. an der RWTH Aachen)
Dr.-Ing. Daniel Dünnebacke (GS1 Germany GmbH)
Adda-Marie Grote (Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG)
Lars Wolff (PSI Logistics GmbH)
David Slabon (TOP Mehrwert-Logistik GmbH & Co. KG)
Jan Reipert, Daniel Roy (TU Berlin)

© 2016, FIR e. V. an der RWTH Aachen
Campus-Boulevard 55, 52074 Aachen
Telefon: +49 241 47705-0
Fax: +49 241 47705-199
E-Mail: info@fir.rwth-aachen.de
Internet: www.fir.rwth-aachen.de
Alle Rechte vorbehalten.

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie;
detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Smart-Logistic-Grids – Anpassungsfähige multimodale Logistiknetzwerke durch integrierte
Logistikplanung und -regelung
FIR-Edition Forschung Band 18
ISBN 978-3-943024-28-9

Korrektorat:

Simone Suchan M.A., FIR e. V. an der RWTH Aachen

Layout und Satz:

Julia Quack van Wersch, M.A., FIR e. V. an der RWTH Aachen

Druck und Bindung:

AWD Druck + Verlag GmbH

Inhaltsverzeichnis

A	Anpassungsfähige Logistiknetzwerke: Herausforderungen und Potenziale	1
1	Das Projekt Smart-Logistic-Grids	1
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung	1
1.2	Gesamtziel des Vorhabens	3
1.3	Bezug des Vorhabens zu förderpolitischen Zielen	5
1.4	Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele des Vorhabens	6
2	Potenziale in bestehenden Logistikprozessen	12
2.1	Risiken in der Logistik aktiv managen	12
2.2	Einsatzgebiete für ein Risikomanagementsystem identifizieren.....	13
2.3	Ursachen für beeinträchtigte Logistikleistungen bewerten	14
3	Auswirkungen anpassungsfähiger Logistiknetzwerke auf das Informationsmanagement	15
3.1	Entwicklung des Reifegradmodells	15
3.2	Dimension I – Umfang und Transparenz	16
3.3	Dimension II – Analyse und Regelung	16
3.4	Bewertungssystematik	17
3.5	Evaluation	19
4	Anwendungsbeispiele für den Einsatz eines echtzeitfähigen Risikomanagementsystems	19
4.1	<i>Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG</i>	19
4.2	<i>TOP Mehrwert-Logistik GmbH & Co. KG</i>	21
4.3	<i>ZITEC Industrietechnik GmbH</i>	22
B	Anforderungen zur Realisierung anpassungsfähiger Logistiknetzwerke	23
1	Kernkonzepte im Forschungsprojekt SLG	23
2	Recherche-Ergebnisse der ganzheitlichen Bewertung agiler Logistiknetzwerke	24
3	Workshop-Ergebnisse der ganzheitlichen Bewertung agiler Logistiknetzwerke	28
3.1	Ergebnisse der 1. Workshopserie	29
3.2	Ergebnisse der 2. Workshopserie	32
4	Konzept kontinuierlicher Optimierung agiler Logistiknetzwerke	36
4.1	Recherche-Ergebnisse bestehender Ansätze zur Verbesserung der Agilität von Logistiknetzwerken	36
4.2	Workshop-Ergebnisse des Maßnahmenkatalogs	37

5	Geschäftsmodell für ein IT-basiertes Risikomanagementsystem	42
5.1	Einführung in die Geschäftsmodellinnovation	42
5.2	Geschäftsmodellinnovation aus Sicht des Software-Entwicklers	46
5.3	Geschäftsmodellinnovation aus Sicht der SCOCC-Anwender	49
5.4	Zusammenfassung und Implikationen für die Praxis	51
6	Leitfaden für ein mehrstufiges Bestandsmanagement	51
6.1	Mehrstufiges Bestandsmanagement	51
6.2	Einstufiges Bestandsmanagement	53
6.3	Mehrstufiges Bestandsmanagement	54
C	Integriertes Modell für das echtzeitfähige Risikomanagement in Logistiknetzwerken	59
1	Systemziele des echtzeitfähigen Risikomanagementsystems	59
1.1	Strategisches Zielsystem	59
1.2	Operative Zielgrößen des Störungsmanagements	61
2	Klassifikation und Modellierung von Störungen und Entstörungsmaßnahmen	62
2.1	Modellierung von Störauswirkungen	62
2.1.1	Modellierung von Ereignissen	62
2.1.2	Ableitung und Klassifizierung von Störungen	69
2.1.3	Wirkkettenmodell	72
2.2	Modellierung Entstörungsmaßnahmen	74
3	Quantifizierung von Störungsauswirkungen und Entstörungsmaßnahmen	77
4	Gestaltungsmodell für den Einsatz von Informationstechnologien	85
4.1	Informationstechnologien zur Überwachung der Prozesse	85
4.2	Informationstechnologien zur Erfassung von Störungen	85
4.3	Weitere Informationstechnologien	86
5	Architekturframework für einen Supply-Chain-Event	88
5.1	Standardisierung	89
5.2	Netzwerkinfrastruktur	89
5.3	Elektronischer Product-Code	90
5.4	Electronic-Product-Code-Information-Services	92
5.5	Global-Standards-Management-Process	96
5.6	Serialisierung – GTIN + Batch/Lot	96
5.7	Quantity-Event	97
5.8	Instance-Lot-Master-Data (ILMD)	97
5.9	Source-Destination	99
5.10	Geolocation	99

D	Softwareentwicklung	101
1	Systemarchitektur	101
1.1	Supply-Chain-Event-Cloud	101
1.2	Supply-Chain-Operations-Control-Center (SCOCC)	101
2	Schnittstellen	102
2.1	Supply-Chain-Event-Cloud	102
2.1.1	Prozessereignisse	104
2.1.2	Abfrage von Störungen durch das Supply-Chain-Operations- Control-Center	104
2.2	Benutzeroberfläche des Supply-Chain-Operations-Control-Center	104
3	Datenmodell	104
4	Benutzeroberfläche	107
4.1	Workflow	108
4.2	Import	109
4.3	Störungen erkennen	109
4.4	Alternativen berechnen	110
4.5	Konsequenzen ermitteln	110
4.6	Alternativen bewerten	111
4.7	Alternativen auswählen	111
E	Effizientes Risikomanagements durch eine echtzeitfähige IT-Lösung ..	113
1	IT-Architektur zur Durchführung des Feldversuchs	113
1.1	Grundlagen	113
1.2	Server	114
1.3	Client	115
2	Feldversuch aus Sicht von <i>Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG</i>	117
2.1	Feldversuch allgemein	117
2.2	Datenaufbereitung	120
2.3	Einsatz des Supply-Chain-Operations-Control-Centers	120
2.4	Fazit	123
3	Feldversuch aus Sicht von <i>TOP Mehrwert-Logistik GmbH & Co. KG</i>	126
3.1	Darstellung des Anwendungsfalls	126
3.2	Durchführung des Feldversuchs	128
3.3	Darstellung der Ergebnisse	131
3.4	Analyse/Interpretation	133
4	Feldversuch aus Sicht der <i>ZITEC Industrietechnik GmbH</i>	135
4.1	Beschreibung des Untersuchungsbereichs – Zentrallogistik der <i>ZITEC Industrietechnik GmbH</i>	135

4.2	Planung und Aufbau des Feldversuchs	136
4.3	Durchführung des Feldversuchs	138
4.4	Ergebnisse des Feldversuchs	141
F	Projektzusammenfassung und -ergebnisse	143
1	Projektzusammenfassung	143
2	Projektergebnisse	143
2.1	Steigerung der Effizienz des Gesamtsystems	144
2.2	Verbesserung der Robustheit	144
2.3	Minimierung von Störauswirkungen	145
2.4	Steigerung der Ressourceneffizienz	146
3	Zusammenfassende Bewertung der Projektergebnisse	146
G	Literaturverzeichnis	153

Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Dilemma der globalen Logistik	1
Bild 2: Zielbild des Forschungsvorhabens	4
Bild 3: Projektinhalte	8
Bild 4: Ziele und Messgrößen des Forschungsvorhabens	11
Bild 5: Ausschnitt einer Prozesslandkarte	13
Bild 6: Exemplarisches Ergebnis einer Analyse zurückliegender Störungen	14
Bild 7: Positionierungsmatrix des Reifegradmodells	17
Bild 8: Formel zur Bestimmung der Position auf der Ordinate	18
Bild 9: Formel zur Bestimmung der Position auf der Abszisse	18
Bild 10: Einordnung der Arbeitspakete in die Systematik des SCEMs	24
Bild 11: Beispielhafte Darstellung eines analysierten Konzepts	26
Bild 12: Beispielhafte Darstellung eines analysierten Konzepts	27
Bild 13: Grundkonzept des Bewertungsansatzes	28
Bild 14: Ziele durch Indikatoren	29
Bild 15: Ergebnisse der Zielpriorisierung – Zusammenfassung	29
Bild 16: Kennzahlenpriorisierung – Steigerung der Effizienz und Effektivität des Logistiknetzwerks	31
Bild 17: Kennzahlenpriorisierung – LDL	32
Bild 18: Rangfolge der Kennzahlen gemäß der Einfluss-Matrix – LDL	33
Bild 19: System-Grid – LDL	34
Bild 20: Zielabhängigkeit – Störungsauswirkungen – LDL	35
Bild 21: Hierarchische Zielabhängigkeit – Anpassungsfähigkeit – LDL	36
Bild 22: Vergleich ausgewählter KVP-Konzepte	37
Bild 23: Verknüpfung des ganzheitlichen Bewertungskonzepts	37
Bild 24: Auswahl der Einflussfaktoren – Zusammenfassung	38
Bild 25: Priorisierung der Einflussfaktoren – LDL	39
Bild 26: Auswahl der Maßnahmen – Zusammenfassung	40
Bild 27: Priorisierung der Maßnahmen – LDL	41
Bild 28: Bausteine eines Geschäftsmodells	42
Bild 29: Geschäftsmodell-Morphologie	46
Bild 30: Szenarien für den Betrieb des Risikomanagementsystems	47
Bild 31: Ökosystem Szenario 2/Referenzszenario	47
Bild 32: Ertragsmodell Szenario 2	48
Bild 33: Potenziale eines IT-basierten Risikomanagementsystems	49
Bild 34: Zielsystem der Disposition	52
Bild 35: Übersicht über das Bestandsmanagement	53
Bild 36: Modelle der Lagerhaltung unter Unsicherheit	54

Bild 37: Übersicht bestehender Ansätze für das mehrstufige Bestandsmanagement	55
Bild 38: Logistikeffizienz	60
Bild 39: Logistikleistung mit dem Zielsystem	60
Bild 40: Logistikleistung mit dem Kennzahlensystem	60
Bild 41: Ereignis	62
Bild 42: Spezialisierung von Ereignissen	63
Bild 43: Umwelt	64
Bild 44: Verkehr	66
Bild 45: Politisch	67
Bild 46: Prozess	68
Bild 47: Pfad im logistischen Netz	70
Bild 48: Berechnung der Ausführungsdauer	72
Bild 49: Wirkkettenmodell als Netzplan	73
Bild 50: Entstörungsmaßnahmen bei Transportvorgängen	74
Bild 51: Entstörungsmaßnahmen bei Zerstörung/Beschädigung des transportierten Guts	75
Bild 52: Entstörungsmaßnahmen bei Nichtverfügbarkeit benötigter Ressourcen..	76
Bild 53: Zeitliche Störungsauswirkungen eines 3-stufigen Prozesses mit Fahrplanbindung – keine Verspätung	78
Bild 54: Zeitliche Störungsauswirkungen eines 3-stufigen Prozesses mit Fahrplanbindung – Verspätung	79
Bild 55: Qualitative Kostenbewertung der Handlungsalternativen (Ausschnitt) ...	83
Bild 56: EPC-Architecture-Framework	91
Bild 57: Aufbau eines EPCIS-Events	98
Bild 58: Web-Interface: „Gestörter Auftrag“	103
Bild 59: SCOCC	107
Bild 60: Dialog „Sendungen importieren“	108
Bild 61: Dialog „Störungen erkennen“	109
Bild 62: Dialog „Alternativen auswählen“ – Übersicht gestörte Sendungen	112
Bild 63: Alternativen auswählen“ – Übersicht Alternativen	112
Bild 64: Dialog „Alternativen auswählen“ – Gelöste Störung	112
Bild 65: Systemübersicht	113
Bild 66: Übersicht der Systemprozesse	114
Bild 67: Prozessübersicht	114
Bild 68: Beispiel einer Sendung, für welche das SCOCC eine Störung identifiziert hat	122
Bild 69: Vom SCOCC identifizierte Alternative für die Sendung	122
Bild 70: Störung für die Sendung ist gelöst	123

Bild 71: Ergebnis des 9-wöchigen Feldversuchs von <i>Hellmann</i>	124
Bild 72: EPCIS-Prozessmodell TOP Mehrwert-Logistik	127
Bild 73: Beispiel EPCIS XML-Datensatz	128
Bild 74: Darstellung Störung im Supply-Chain-Operations-Control-Center	129
Bild 75: Handlungsalternativen im Supply-Chain-Operations-Control-Center ...	130
Bild 76: Anzahl der Störungen und Entstöurmaßnahmen	132
Bild 77: Einfluss des Projekts auf die Lieferermintreue	132
Bild 78: EPCIS-Prozessmodell zur Realisierung des Feldversuchs bei der <i>ZITEC Industrietechnik GmbH</i>	137
Bild 79: Grobdarstellung des Datenbedarfs zur Durchführung des <i>ZITEC</i> -Feldversuchs	138
Bild 80: Tägliche Aktualisierung der Unternehmensdaten zur Inbetriebnahme des Prototyps	139
Bild 81: Systemgestützte Kommissionierung bei <i>ZITEC</i>	139
Bild 82: Störungserfassung über den Web-Client des Prototyps	140
Bild 83: Beispielhafte Abwicklung einer Handlungsalternative	141
Bild 84: Aufträge und Störungen – <i>ZITEC</i> -Feldversuch	141
Bild 85: Optimierungspotenzial – <i>ZITEC</i> -Feldversuch	142
Bild 86: Vergleich der Transportmodi	145

A Anpassungsfähige Logistiknetzwerke: Herausforderungen und Potenziale

1 Das Projekt Smart-Logistic-Grids

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Globalisierung der Wertschöpfungsketten wächst durch die zunehmenden Aktivitäten der Unternehmen auf den internationalen Beschaffungs- und Absatzmärkten rapide. Die Komplexität dieser Entwicklung bestimmt mittlerweile nicht mehr nur strategische Überlegungen produzierender Unternehmen, sondern ist fester Bestandteil von deren Tagesgeschäft. Diese Entwicklung stellt höchste Anforderungen an die Logistik produzierender Unternehmen und deren Logistikdienstleister auf allen Gestaltungsebenen – von der Planung und Steuerung der logistischen Prozesse bis zum Design der Logistiknetzwerke. So hängt der hervorragende Ruf Deutschlands als Produktionsstandort und Exportnation maßgeblich von hocheffizienten Logistikprozessen und -strukturen entlang des gesamten Logistiknetzwerks ab. Dabei müssen die Sicherheit der Infrastruktur gewährleistet und komplexe Transportprozesse störungsfrei und transparent durchführbar sein. Durch die zunehmende globale Vernetzung entferntere Produktions- und Absatzregionen steigt die Komplexität der Logistik. Daraus resultieren längere Reaktionszeiten bei ungeplanten Ereignissen, während gleichzeitig die Anforderungen an Lieferservice und Lieferzeit stetig steigen an (s. Bild 1).

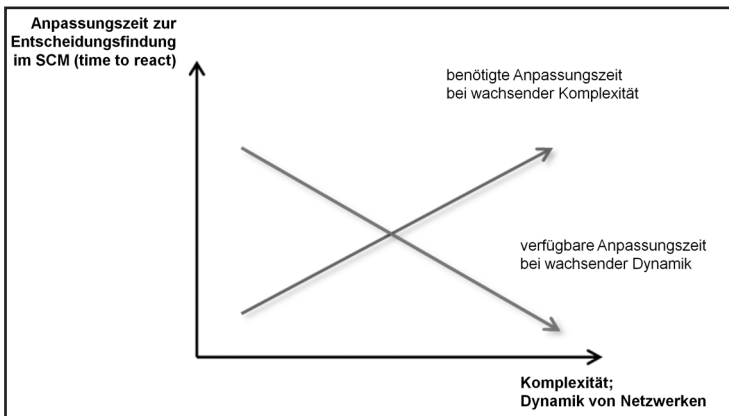


Bild 1: Dilemma der globalen Logistik (i. A. a. BLEICHER 2004, S. 45)

Aus betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten treibt jedes Unternehmen in einem Logistiknetzwerk die Minimierung seiner Lagerbestände voran, was die Störanfälligkeit des Systems erhöht. Treten unvorhersehbare Störungen im Logistiknetzwerk auf, beispielsweise durch den wetterbedingten, temporären Ausfall eines Verkehrsträgers, zieht dies direkt Lieferengpässe nach sich, die im schlimmsten Fall in Produktionsausfälle beim Empfänger der Ware münden. Das finanzielle Risiko solcher Ausfälle ist hoch. Das folgende Beispiel unterstreicht diese Problematik:

„Die Hersteller von Computerfestplatten in Thailand arbeiten intensiv daran, ihre Fabriken wieder in Betrieb zu nehmen und die Produktionskapazitäten an anderen Standorten hochzufahren. Dennoch sind seit Anfang September die Preise für Speicherlaufwerke in Deutschland um durchschnittlich 80 Prozent gestiegen. [...] Außer den Herstellern sind in dem Land zahlreiche Zulieferbetriebe angesiedelt. Das Hochwasser behindert die Lieferketten stark. Die verringerte Produktion könnte sich auch auf die Produzenten von Computern auswirken.“ (NEWSLETTER BVL, 11/2011)

Die oben beschriebenen Rahmenbedingungen stellen hohe Anforderungen an die Anpassungsfähigkeit heutiger Logistiknetzwerke. Mit dem Begriff *Anpassungsfähigkeit* sind im Folgenden die Aspekte *Rekonfigurierbarkeit*, *Flexibilität*, *Wandlungsfähigkeit* und *Agilität* zusammengefasst. Die Zuverlässigkeit sowie Robustheit von Produktions- und Logistiksystemen werden in den kommenden Jahren als wichtigste Logistikziele angesehen (s. BVL 2008).

Rekonfigurierbarkeit adressiert die operative Anpassung von Prozessparametern und -verfahren. Auf taktischer Ebene bezeichnet Flexibilität und Wandlungsfähigkeit die Fähigkeit zur Anpassung der Strukturen und Prozesse von Logistiksystemen. Agilität ist die strategische Anpassung von Netzwerkstrukturen (s. BROSE 2011).

Robustheit beschreibt ein Maß für die Fähigkeit eines logistischen Systems, auftretende Störungen kompensieren zu können und so seine anfängliche stabile Struktur möglichst lange beizubehalten (in Anlehnung an WIELAND u. WALLENBURG 2012).

Das Supply-Chain-Risk-Management von Wertschöpfungsketten gewinnt zunehmend an Bedeutung. Heutige Systeme sind den steigenden Anforderungen jedoch nicht gewachsen und haben nur in den seltensten Fällen Konzepte implementiert, die es ermöglichen, auf eintretende Störungen im Logistiknetzwerk mit hinreichender

Güte zu reagieren (s. MANUJ U. MENTZER 2008). Dies ist zum einen auf die mangelnde Integration von Daten der realen Welt in die Informationssysteme zurückzuführen. Prozessereignisse entlang des physischen Materialflusses im Logistiknetzwerk (Engpässe, Verspätungen etc.) und Umweltereignisse (Wetter, geopolitische Aspekte etc.), die für die Logistikoptimierung relevant sind, werden oftmals erst gar nicht erfasst. Störungen im Logistiknetzwerk werden somit erst spät erkannt, eine angemessene Reaktion erschwert und proaktive Anpassungen der geplanten Routen und Verkehrsträger unmöglich gemacht. Es besteht Bedarf für die systematische Schaffung von Transparenz bzgl. der Sensibilität globaler Wertschöpfungsnetze, d. h. deren Anfälligkeit für Störungen (s. KERSTEN ET AL. 2008). Auch fehlt eine systematische Betrachtung von Risiken im Logistiknetzwerk in Abhängigkeit von Umweltparametern. Zum anderen gibt es heute keine Optimierungsmodelle, die neben den Transportkosten auch Aspekte der Ressourceneffizienz und des Risikomanagements in die Bewertung von Handlungsalternativen integrieren, es fehlt eine ganzheitliche Kostenbewertung der Handlungsempfehlungen (s. KIRYAZOV 2011; PAWELLEK 2008; ALICKE 2005). Unterschiedliche Transportmodi finden, insbesondere bei der Reaktion auf Störungen, nur unzureichend Berücksichtigung.

Das vorliegende Forschungsvorhaben setzt bei den beschriebenen Problemen an und verfolgt die Vision anpassungsfähiger intermodaler Logistiknetzwerke, die effizient auf dynamische Rahmenbedingungen und Störungen im Prozessablauf reagieren.

1.2 Gesamtziel des Vorhabens

Ziel ist die Entwicklung eines Systems, das auf Grundlage einer verbesserten Informationsverfügbarkeit und einer reibungslosen prozessualen Integration verschiedener Akteure entlang eines Logistiknetzwerks bessere Handlungsalternativen ermöglicht und so die Effizienz und Robustheit des Gesamtsystems steigert. Im Fokus der Betrachtung stehen hierbei unter anderem eine intermodale echtzeitnahe Disposition zur Verringerung der CO₂-Emissionen sowie eine Transportkostenreduzierung und eine verbesserte Lieferfähigkeit innerhalb des Logistiknetzwerks.

In Deutschland sind heute mehr als 20 Prozent der CO₂-Emissionen dem Verkehrssektor zuzuordnen, wobei der Straßenverkehr mit über 70 Prozent der Hauptverursacher für den Treibhausgasausstoß ist, was die Dringlichkeit einer CO₂-Reduzierung im Güterverkehr verdeutlicht (s. UBA 2011). Folgt man den Prognosen verschiedener Verkehrsmodelle, wird der Güterverkehr bis 2050 sogar noch um mehr als 80 Prozent gegenüber dem Stand von 2005 steigen (s. PRIMES-, TREMOVE- U. TRANSTOOLS-VERKEHRSMOD. 2011). Außerdem stellen Störungen innerhalb des Logistiknetzwerks im heutigen Zeitalter der Just-in-

time-Kundenbelieferung mit hohen Anforderungen an die Lieferfähigkeit einen der wesentlichen Transportkostentreiber dar. Insbesondere verkehrsbedingte Verspätungen aufgrund von Stau sind einer der wichtigsten Gründe für Strafzahlungen im Rahmen nicht eingehaltener Service-Level-Agreements bei Transportdienstleistern. Laut einer internen Analyse des Projektpartners *TOP Mehrwert-Logistik* bilden diese 40 Prozent der gesamten Strafzahlungen. Diese Zahlen werden ebenfalls durch eine bundesweite Befragung von 1 073 Unternehmen aus dem Logistikbereich und aus dem produzierenden Gewerbe gestützt, bei welchen alleine Staukosten von insgesamt fast 100 Millionen Euro pro Jahr anfallen (s. IHK SCHWABEN 2009).

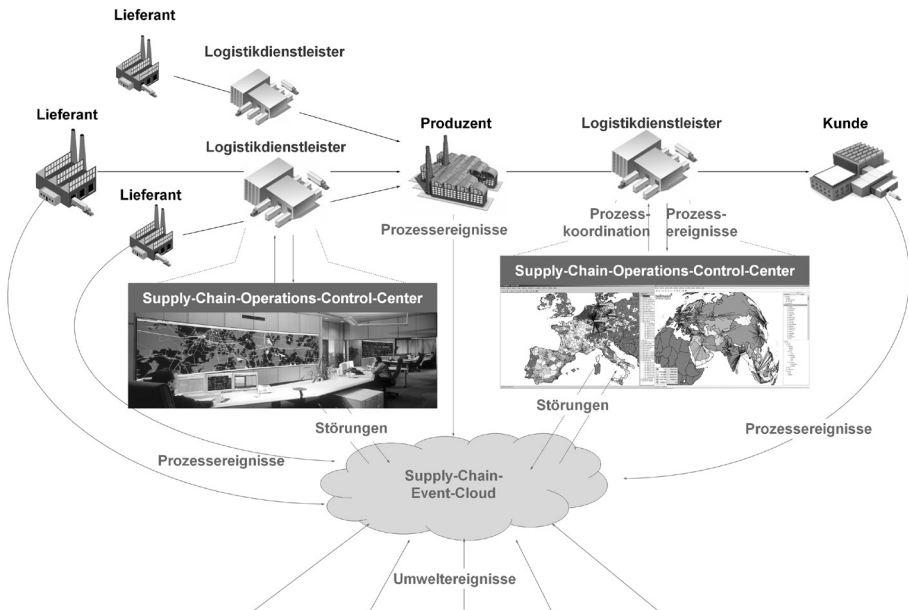


Bild 2: Zielbild des Forschungsvorhabens

Unter Betrachtung ebendieser genannten enormen Belastungen, CO₂-Emissionen des Güterverkehrs und hoher Transportkosten, welche aus Störungen in der Lieferkette resultieren, werden im Vorhaben Smart-Logistic-Grids Methoden und Systeme zur ganzheitlichen Betrachtung, Entwicklung und Optimierung globaler Logistiknetzwerke erarbeitet. Folgende Projektergebnisse werden entwickelt:

- Ganzheitlicher Bewertungsansatz für anpassungsfähige Logistiknetzwerke und ein Konzept für die kontinuierliche Optimierung von agilen Logistiknetzwerken

-
- Integriertes Modell anpassungsfähiger Logistiknetzwerke für eine erweiterte strategische, taktische und operative Logistikplanung und -regelung (Modellierung von Störung als komplexe Prozess- und Umweltereignisse; Entwicklung eines Vorgehens zur Bewertung von Entstörmaßnahmen und zur Gestaltung eines Risikomanagementsystems)
 - Supply-Chain-Operations-Control-Center (SCOCC) und globale Supply-Chain-Event-Cloud (Verarbeitung von Echtzeitinformatoren über bestehende Ansätze des Supply-Chain-Event-Managements hinaus; von der Logistikplanung und -steuerung hin zu einer Logistikregelung)

1.3 Bezug des Vorhabens zu förderpolitischen Zielen

Das Forschungsvorhaben leistet durch intelligente Logistikplanung und -regelung in den drei Handlungsfeldern *Vernetzung von Prozessen und Unternehmen*, *Effizienz und Umwelt* sowie *Versorgungssicherheit* einen wesentlichen Beitrag zum Ausbau Deutschlands als Logistikkreuz Europas. Durch die Entwicklung eines integrierten Modells anpassungsfähiger Logistiknetzwerke wird ein Standard zur ganzheitlichen Optimierung von Produktions- und Logistiknetzwerken geschaffen und die Entwicklung neuer Konzepte und Methoden für das Design und die Optimierung von Logistiknetzwerken ermöglicht. Hierdurch wird die Effizienz des Gesamtsystems wesentlich gesteigert, indem einzelne Akteure in Logistiknetzwerken auf Grundlage feingranularer Informationen bessere Entscheidungen im Sinne des Gesamtsystems fällen können. Durch Einbeziehung von Aspekten der Ressourceneffizienz werden dabei die Transportmodi *Schiene* und *Wasser* im Vergleich zu herkömmlichen Ansätzen begünstigt.

Es werden Methoden und Instrumente für ein globales intermodales Management der Transportketten entwickelt und so eine netzübergreifend bessere Kapazitätsausnutzung und Verkehrslenkung erreicht. Dies ermöglicht eine intelligente Transport- und Warendisposition auf Grundlage von vernetzten Informationsflüssen und Prozessen. Dabei werden insbesondere die Nutzung intermodaler Transportketten, die intelligente Bündelung von Transporten und verbesserte Auslastungen der verfügbaren Laderaum- und Lagerkapazitäten, die Beschleunigung von Transportvorgängen und Verringerung von Umwegen berücksichtigt. Das Forschungsvorhaben Smart-Logistic-Grids adressiert somit die verkehrsträgerübergreifende Optimierung logistischer Netzwerke sowie die prozessübergreifende Risikobetrachtung und Entwicklung neuartiger Strategien für ein Risikomanagement an Logistiknoten zur Vermeidung von Zusatz- bzw. Ad-hoc-Verkehr in Supply-Chains.

Die Förderung des Projekts ist für alle Projektpartner, insbesondere die Industriepartner, von sehr großer Bedeutung. Das Projekt- bzw. Forschungsrisiko ist nicht zu vernachlässigen. Die besondere Herausforderung liegt sowohl in der Schaffung der Supply-Chain-Event-Cloud als auch des Supply-Chain-Operations-Control-Centers. Ohne die Förderung würde die Realisierung einer logisch und semantisch funktionierenden Event-Cloud auf Basis von Wetter- und Verkehrsdaten nicht erfolgen. Bisher gibt es solche funktionierende Systeme nicht. Alle Projektpartner sind davon überzeugt, dass solche im Rahmen dieses Forschungsprojekts als Prototyp realisiert werden kann. Des Weiteren würde die Realisierung des Supply-Chain-Operations-Control-Centers ebenfalls ohne die Förderung nicht erfolgen, da es schwierig ist, komplexe Logistiksysteme außerhalb der firmeneigenen IT-Systeme über Schnittstellen automatisch zu steuern, insbesondere, wenn entsprechende Umweltfaktoren das Logistiksystem beeinflussen sollen.

1.4 Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele des Vorhabens

Technisches Arbeitsziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines Supply-Chain-Operations-Control-Centers, das auf Basis von komplexen Ereignissen aggregierter Echtzeitdaten der Lieferkette eine optimierte Steuerung bzw. Regelung von multimodalen Liefernetzwerken ermöglicht. Der Nutzer erhält vom System unterschiedlich bewertete Vorschläge zur Optimierung des Liefernetzwerks. Hierbei werden ökonomische und ökologische Aspekte sowie das Risiko gleichermaßen betrachtet. Das Supply-Chain-Operations-Control-Center bildet horizontale Kooperationen ab und realisiert ein mehrstufiges Bestandsmanagement.

Grundlegend für die Bereitstellung der Daten ist die Supply-Chain-Event-Cloud, in der Daten zu einzelnen Ereignissen strukturiert gesammelt, zu komplexen Ereignissen aggregiert und, im Supply-Chain-Operations-Control-Center verarbeitet und visuell aufbereitet, zur Verfügung gestellt werden.

Die wissenschaftlichen Arbeitsziele des Vorhabens, welche die theoretisch notwendigen Grundlagen sowohl für das Supply-Chain-Operations-Control-Center als auch für die Supply-Chain-Event-Cloud schaffen, sind das Modell agiler Logistiknetzwerke und das integrierte Modell intermodaler Supply-Chains. Das Modell agiler Logistiknetzwerke umfasst ein Konzept für eine kontinuierliche Optimierung agiler Logistiknetzwerke sowie für ein mehrstufiges Bestandsmanagement. Neben der Definition von anspruchsruppenspezifischen Zielsystemen werden im Modell intermodaler Supply-Chains Ereignisse als Störungen, Auswirkungen von Störungen sowie Entstörmmaßnahmen modellhaft abgebildet. Die Bestandteile der beiden Modelle bauen aufeinander auf. Die Modelle beschreiben Ansätze zur Bestandsoptimierung

und zur Bewertung und Optimierung wandlungsfähiger Logistiksysteme. Das Vorhaben Smart-Logistic-Grids schließt somit eine wesentliche Lücke in der Netzwerkforschung hinsichtlich der Anpassungsfähigkeit von Netzwerken.

Um eine erfolgreiche Umsetzung zu gewährleisten, wird eine Einsatzplanung der IT in Form einer Roadmap schon zu einem frühen Zeitpunkt vorgenommen. Die im Feldversuch umzusetzenden Szenarien werden im Vorfeld umfassend geplant. Im Zuge des Feldversuchs erfolgt die Umsetzung und Validierung der Ergebnisse durch eine prototypische Umsetzung des Supply-Chain-Operations-Control-Centers und der Event-Cloud. Die Ergebnisse werden dabei in mehreren Stufen mit schrittweise gesteigertem Umfang und gesteigerter Komplexität umgesetzt. Die Arbeitsinhalte des Projekts sind in Bild 3 (siehe S. 8) dargestellt und werden in Kapitel 3 (s. S. 15ff.) ausführlich beschrieben.

Zusätzlich zu den unmittelbaren wissenschaftlichen und technischen Arbeitszielen adressiert das Projekt übergeordnete Ziele, die ökologischer, ökonomischer sowie organisatorischer Natur sind und sich in vier konkrete Zielstellungen formulieren lassen:


1. Steigerung der Effizienz
2. Verbesserung der Robustheit
3. Minimierung von Störauswirkungen
4. Steigerung der Ressourceneffizienz

Für jedes dieser Ziele werden im Rahmen des Forschungsvorhabens geeignete Maßnahmen generiert sowie deren Erfolgsbeitrag anhand spezifizierter Kennzahlen während und nach der Laufzeit des Projekts beurteilt. Die Auswahl der Kennzahlen orientiert sich größtenteils an den bereits heute durch die Projektpartner erhobenen Indikatoren. Weitere sinnvolle Bewertungsgrößen werden kontinuierlich im AP 8 festgelegt, sodass innerhalb der Projektlaufzeit ein umfangreiches Kennzahlensystem entsteht.

Steigerung der Effizienz des Gesamtsystems

Durch den Einsatz der Event-Cloud und des Supply-Chain-Operations-Control-Centers soll die Effizienz des Systems in seiner Gesamtheit gesteigert werden. Dies wird durch die kontinuierliche Überwachung und echtzeitnahe Regelung der Logistiknetze gewährleistet.

Insbesondere die nahtlose Integration aller für die Erbringung von Teilstrecken innerhalb der logistischen Netze verantwortlichen Akteure ist ein wesentlicher



Agiles Logistikkennetzwerk

Konzept für kontinuierliche Optimierung


- Basis: Bewertungsansatz für wandlungsfähige Logistiksysteme

Auswirkungen auf Unternehmens-IT

- IT-Management/-Steuerung/-Architektur/-Strategie
- IT-Change-Management

Mehrstufiges Bestandsmanagement

- Übergreifende Optimierung der Bestände des Logistikkennetzwerks



Integriertes Modell intermodaler Supply-Chains

Logistische Zielsysteme

- Zielsysteme gültig für Inhaber des Kontrollraums in Abhängigkeit von deren Supply-Chain-Rolle

Modell von Störungsauswirkungen

- Störungen als Muster von Ereignissen
- qualitatives Wirkkettenmodell

Entstörmaßnahmen


- Strategien und Maßnahmen für Entstörung sowie deren Bewertung

Risikomanagementsystem

- Verknüpfung von Störungen mit Lösungsalternativen: Decision-Support-System

Technologieroadmap für den IT-Einsatz

- Basis: Informationsbedarf zur Erfassung von Störungen

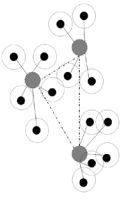


Supply-Chain-Operations-Room

Prozessmonitoring

- Automatische Erkennung von relevanten Ereignissen bzw. Risiken und Störungen

Visualisierung



Schiene/Wasser/Luft
 Schiene/Strasse
 Regionaler Hub (intermodal)
 Lokaler Hub (intermodal)


Prozesskoordination

Prozessführung und -kontrolle

- Erweiterung der Optimierung
 - Integrierte Betrachtung ökonomischer und ökologischer Aspekte
 - Risikobetrachtung
 - Multimodalität
- Simulation von Alternativen in der Optimierung
- Abbildung von horizontalen Kooperationen
- mehrstufiges Bestandsmanagement

Prozesskonfiguration


- Entscheidungsunterstützung: Selbständige Vorschläge für Reaktionen auf Ereignisse



Supply-Chain-Event-Cloud

Ereignisverarbeitung

- Speicherung und Aufarbeitung relevanter Prozess- und Umwelteignisse



Feldversuch

Umsetzung und Validierung der Lösung

- Pilotbetrieb des Operations-Rooms

Bild 3: Projektinhalte

Effizienztreiber. Aus diesem Grund wird der Integrationserfolg als ein Indikator für die Effizienz übernommen und anhand von zwei konkreten Kennzahlen im Rahmen des Kennzahlensystems quantifiziert. Die Integration verschiedener Akteure ist durch zwei Kennzahlen abbildbar, die jeweils eine Quantifizierung ermöglichen. Zunächst kann die durchschnittliche Anzahl von Störungen pro Auftrag in Abhängigkeit von der Anzahl der beteiligten Akteure gemessen werden, wodurch ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Störungen und der Anzahl ausführender Logistikdienstleister erkannt werden kann. Des Weiteren ist die durchschnittliche Lieferzeit, bezogen auf die zurückzulegende Wegstrecke und die Anzahl der beteiligten Akteure ein geeignetes Maß für die Güte der Integration. Durch die kontinuierliche Erhebung dieser Kennzahlen während der gesamten Feldversuchsphase können mögliche Zusammenhänge nicht nur fundiert belegt werden. Es lassen sich auch Trends erkennen, die auf Lerneffekte, also eine Verbesserung der Regelung, während des Pilotbetriebs schließen lassen.

Neben dem Aspekt der Integration gibt es zahlreiche weitere Hebel, die zur Steigerung der Effizienz eines Logistiksystems beitragen. Weitere Maßnahmen des Projekts sind u. a. die Bereitstellung entscheidungsunterstützender Informationen durch die Bewertung von Handlungsalternativen in ökonomischer, ökologischer und risikobezogener Sicht sowie die echtzeitnahe intermodale (Um-)Disposition. Die Effektivität dieser Maßnahmen lässt sich in klassischen Messgrößen wie den Durchschnittskosten und der durchschnittlichen Lieferzeit ausdrücken. Für beide Maße existieren bei den Logistikdienstleistern *Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG* und *TOP Mehrwert-Logistik GmbH & Co. KG* umfangreiche Vergleichsdaten, die einen Vorher/Nachher-Vergleich zulassen und so unmittelbar Auskunft über den Projekterfolg nach Abschluss der Versuchsphase geben können. Hinzu kommen weitere Indikatoren, wie die CO₂-Bilanz vorgeschlagener Handlungsalternativen sowie die Dauer des Planungsprozesses und die Vorlaufzeit für intermodale Transporte.

Verbesserung der Robustheit

Gesteigerte Robustheit als Maß für die Stabilität logistischer Netze während des Auftretens von Störungen ist eines der wichtigsten Ziele dieses Forschungsvorhabens, das durch mehrere Maßnahmen erreicht werden soll. Zunächst ist die Schaffung von Transparenz unerlässlich. Der Zustand des zu regelnden Logistiknetzes muss jederzeit in vollem Umfang erfasst werden können. Hierzu muss die Informationsverfügbarkeit und somit die Anzahl an Informationsquellen, die dem Supply-Chain-Operations-Control-Center zur Verfügung stehen, erhöht werden. Im geplanten SCOCC wird deshalb nicht nur auf externe Informationen wie Wetter- oder Verkehrsdaten zurückgegriffen. Als weitere Informationsquellen kommen Telematiksysteme

für das Tracking von Transportmitteln und RFID-Lösungen für die Erfassung der transportierten Güter zum Einsatz. Denn nur ein möglichst umfassendes, virtuelles Abbild des Netzes schafft die Voraussetzung, um eine automatisierte Erkennung und Bewertung von Risiken durchführen zu können.

Geeignete Kennzahlen zur Bewertung der vorgeschlagenen Lösung stellen die Anzahl der Lesepunkte und die Zahl der berücksichtigten externen Informationsquellen auf untersuchten Routern in Beziehung zur durchschnittlichen Anzahl festgestellter Störungen im Vorher/Nachher-Vergleich dar. Neben der verbesserten Informationsverfügbarkeit während der Durchführung soll die Robustheit logistischer Netze durch eine insgesamt verbesserte Anpassungsfähigkeit auf operativer, taktischer und strategischer Ebene gesteigert werden. Neben der geänderten Informationslage ist vor allem die echtzeitnahe Anbindung sämtlicher Akteure dafür verantwortlich, dass eine zeitnahe Rekonfigurierbarkeit des Netzes möglich wird. Unterstützt wird dies durch robuste Planungsmechanismen, deren Wirkung durch Messung der Termintreue sämtlicher Lieferungen im Feldversuch nachvollzogen werden kann.

Minimierung von Störauswirkungen

Logistiknetzwerke sind nur bis zu einem gewissen Grad fehlertolerant. Tritt eine Vielzahl von Störungen oder eine Menge besonders schwerwiegender Störungen auf, so hat dies zwangsläufig Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit des Netzwerks. In einem solchen Fall gilt es, die Auswirkungen innerhalb des Netzes möglichst eng einzugrenzen und durch geeignetes Handeln zu minimieren. Hierzu ist vor allem ein frühzeitiges Erkennen von Störungen notwendig, damit diese (falls möglich) behoben werden können. Die frühe Identifikation stützt sich somit erneut auf die gesteigerte Transparenz innerhalb des Netzwerks, wie sie im vorhergehenden Punkt beschrieben wurde. Gleichzeitig müssen die ökonomischen und ökologischen Folgen gering gehalten werden. Zu den möglichen Folgen gehören zusätzliche Transportkosten und eine Zunahme der CO₂-Emission aufgrund von Sonder- und Direktfahrten. Des Weiteren stellen Konventionalstrafen, hervorgerufen durch das Verletzen von Service-Level-Agreements, einen erheblichen Kostenfaktor dar, der durch ein frühzeitiges Entstörmanagement in vielen Fällen verhindert werden kann. Der Erfolg eines entsprechenden Maßnahmenkatalogs kann über die Reduzierung des durchschnittlichen ökologischen Rucksacks und die Vermeidung von störereignisinduzierten Zusatzkosten bewertet werden.

Steigerung der Ressourceneffizienz

Sämtliche Monitoring- und Unterstützungsfunktionen des Supply-Chain-Operations-Control-Centers sollen dazu beitragen, die CO₂-Emission der geregelten Logistiknetze

möglichst gering zu halten. Durch verbesserte Routenführung und den hierdurch zu erwartenden geringeren Stauzeiten kann von einem Rückgang der durchschnittlich pro Auftrag ausgestoßenen Treibhausgase ausgegangen werden. Gleichzeitig begünstigt die Einbindung unterschiedlicher Transportmodi, wie z. B. der Eisenbahn und der Containerschifffahrt, in die Routenplanung den Wechsel zu umweltfreundlicheren Transportmitteln, die ebenfalls zu einer Verringerung der CO₂-Emission während des Warentransports beitragen. Es wird erwartet, dass bereits alleine durch eine EDV-gestützte echtzeitnahe Disposition die CO₂-Emission um mehr als 10 Prozent verringert werden kann (BAUMGARTNER U. LÉONARDI 2004). Gekoppelt mit der im Rahmen des Vorhabens angestrebten intermodalen Nutzung und optimalen Auslastung der Verkehrsträger kann diese Reduzierung noch deutlich verbessert werden. Eine interne Studie des Projektpartners *Hellmann* belegt, dass die Umlagerung des Gütertransports von der Straße auf die Schiene ein CO₂-Reduzierungspotenzial von mehr als 80 Prozent birgt. Dies entspricht bei einer täglichen Umlagerung von 400 Brücken einer jährlichen CO₂-Reduzierung von 18.000 t (HELLMANN 2011).

Ziele	Indikatoren	Kennzahlen
Steigerung der ökonomischen und ökologischen Effizienz des Logistiknetzwerks	Integrationserfolg	Ø Anzahl von Störungen pro Auftrag in Abhängigkeit von der Anzahl der beteiligten Akteure
		Ø Lieferzeit, bezogen auf die zurückzulegende Wegstrecke und die Anzahl der beteiligten Akteure
	Qualität der gewählten Handlungsalternativen	Ø Kosten
		Ø Lieferzeit weitere zu definierende KPI
Verbesserung der Robustheit	Transparenz über Störereignisse	Anzahl der berücksichtigten Informationsquellen im Verhältnis zur durchschnittlichen Anzahl festgestellter Störungen
	Steigerung der Anpassungsfähigkeit	Ø Termintreue
Minimierung von Störauswirkungen		Reduzierung SLA-Fines Ø CO ₂ -Emissionen für Sonder- und Direktfahrten
Steigerung der Ressourceneffizienz	Umweltfreundlichkeit	Ø CO ₂ -Emissionen je Auftrag
		Ø Anteil alternativer Verkehrsmodi an Gesamtstrecke

Bild 4: Ziele und Messgrößen des Forschungsvorhabens

2 Potenziale in bestehenden Logistikprozessen

Die heutigen, in Unternehmen implementierten Logistikprozesse sind in vielen Fällen bereits einer lokalen Optimierung unterzogen worden. Korrekt ablaufende Prozesse bieten so in der Regel nur noch geringes Potenzial für weitere Effizienzsteigerungen. Seit einigen Jahren konzentrieren sich Forschung und Praxis daher vor allem auf die Umsetzung möglichst fehlerfreier und robuster Prozesse sowie auf das Steuern von Logistikprozessen in Ausnahmesituationen.

2.1 Risiken in der Logistik aktiv managen

Das sogenannte Supply-Chain-Risk-Management von Wertschöpfungsketten gewinnt zunehmend an Bedeutung. Logistiknetze sind nur bis zu einem gewissen Grad fehlertolerant. Tritt eine Vielzahl von Störungen oder eine Menge besonders schwerwiegender Störungen auf, so hat dies zwangsläufig Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit des Netzwerks. In einem solchen Fall gilt es, die Auswirkungen innerhalb des Netzes möglichst eng einzugrenzen und durch geeignetes Handeln zu minimieren. Hierzu ist vor allem ein frühzeitiges Erkennen von Störungen notwendig, damit diese (falls möglich) behoben werden können. Die frühe Identifikation stützt sich somit erneut auf die gesteigerte Transparenz innerhalb des Netzwerks. Gleichzeitig müssen die ökonomischen und ökologischen Folgen gering gehalten werden. Zu den möglichen Folgen gehören zusätzliche Transportkosten und eine Zunahme der CO₂-Emission aufgrund von Sonder- und Direktfahrten. Des Weiteren stellen Konventionalstrafen, hervorgerufen durch das Verletzen von Service-Level-Agreements, einen erheblichen Kostenfaktor dar, der durch ein frühzeitiges Entstörmanagement in vielen Fällen verhindert werden kann.

Die Erkennung logistischer Störungen setzt die ganzheitliche Berücksichtigung der logistischen Wirkungszusammenhänge voraus. Je umfassender die Wechselwirkungen zwischen den vernetzten Logistikeinheiten berücksichtigt werden, desto eher können Störungen identifiziert werden. Durch größtmögliche Transparenz bzgl. der vorliegenden Geschäftsprozesse sollen Risikomanagementsysteme in die Lage versetzt werden, Störungen selbständig zu erkennen und die Tragweite, also die Auswirkungen eintretender Störungen, detailliert zu analysieren. Durch die Integration von Echtzeitdaten in die Risikoanalyse wird es möglich, die Analyse nicht nur auf strategischer und taktischer Ebene, mit vergleichsweise hohem Aggregationsgrad, durchzuführen, sondern auch die Operative in die Analyse miteinzubeziehen.

2.2 Einsatzgebiete für ein Risikomanagementsystem identifizieren

Um die Potenziale, die mit der Einführung eines Risikomanagementsystems gehoben werden können, zu erfassen, wird zunächst eine Aufnahme der Ist-Prozesse durchgeführt. Die Einsatzgebiete eines Risikomanagementsystems können mithilfe der Prozessaufnahme identifiziert werden und müssen anschließend genauer untersucht werden. In diesem Schritt werden die Prozesse detailliert, die im Bereich der Logistik und beim Einsatz des Risikomanagementsystems relevant sind. Hierbei steht die bisherige Steuerung der jeweiligen Wertschöpfungsnetzwerke auf strategischer, taktischer und operativer Ebene im Vordergrund. Zur detaillierten Aufnahme sollten Experten der jeweiligen Bereiche in die Prozessaufnahme einbezogen werden. Die Analyse liefert ein besseres Verständnis der logistischen Abläufe und möglicher logistischer Störungen.

Das Ergebnis kann in einer Prozesslandkarte zusammengefasst werden. Eine Prozesslandkarte ermöglicht allen Beteiligten, die Abläufe der Material- und Informationsflüsse im Unternehmen kennenzulernen und zu verstehen. Bild 5 zeigt einen Ausschnitt der Prozesslandkarte eines Logistiklers. Aus der Prozesslandkarte wird ersichtlich, welche Abteilungen für den jeweiligen Prozessschritt verantwortlich sind. Besonders die Informationsflüsse, die für ein Risikomanagementsystem relevant sind, werden aus der Prozesslandkarte ersichtlich. Die Karte ist interaktiv gestaltet. Durch Klicken auf Prozessschritte werden Teilprozesse sichtbar und eine vollständige Übersicht der Auftragsabwicklung wird gewährt. Die Darstellung der Prozesse in der Modellierungssprache ermöglicht, erste Einsatzmöglichkeiten für ein Risikomanagement zu identifizieren.

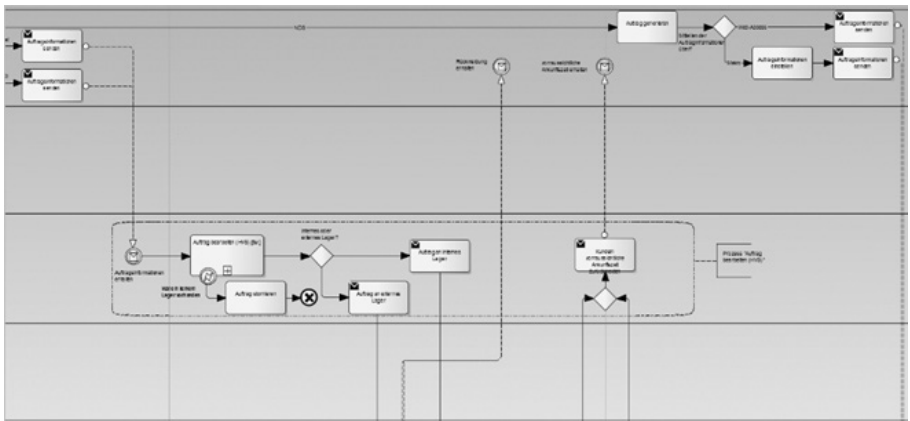


Bild 5: Ausschnitt einer Prozesslandkarte

2.3 Ursachen für beeinträchtigte Logistikleistungen bewerten

Ergänzend zur Aufnahme der Ist-Prozesse in Vorbereitung auf die Einsatzplanung eines Risikomanagementsystems sollte eine Analyse zurückliegender Störungen vorgenommen werden. Sie gibt Aufschluss über Unregelmäßigkeiten, die in den Supply-Chains des Unternehmens auftreten. Zwei Merkmale sind dabei von besonderer Bedeutung: Die Häufigkeit, mit der ein bestimmter Störungstyp auftritt, sowie die negativen Auswirkungen auf die Logistikleistungen. Das Ergebnis kann beispielsweise in einer Portfoliomatrix festgehalten werden.

Ein mögliches Ergebnis ist in Bild 6 exemplarisch dargestellt. Besondere Relevanz für die Einführung eines Risikomanagementsystems haben hierbei vor allem

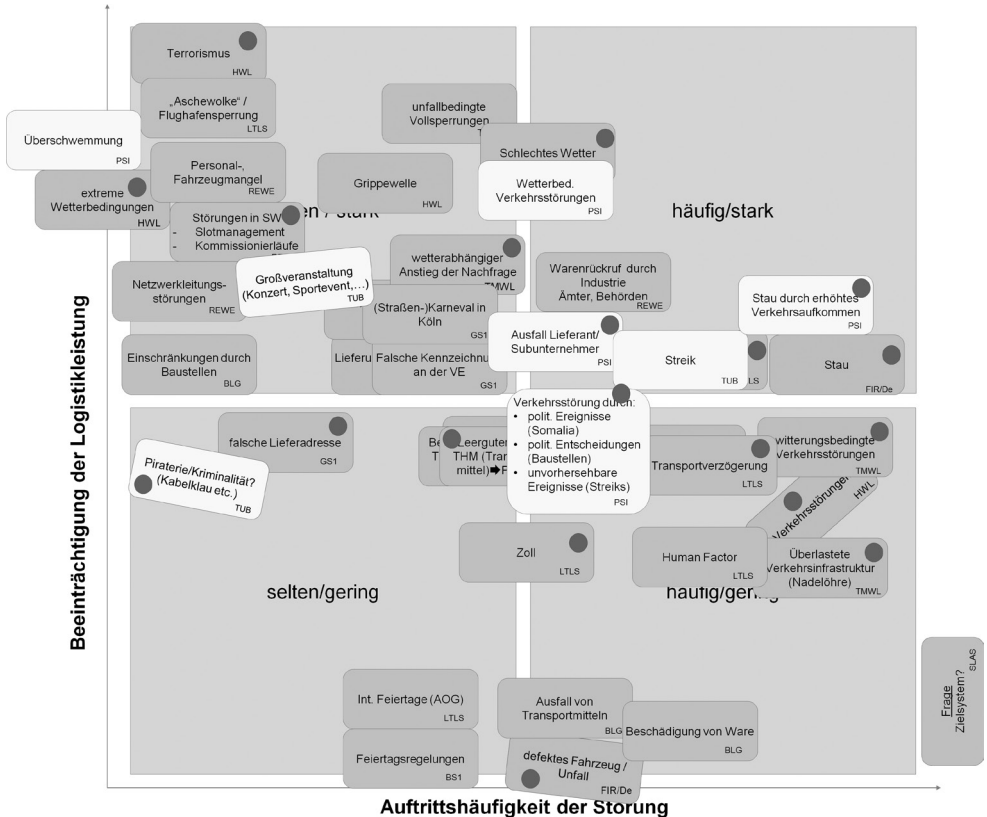


Bild 6: Exemplarisches Ergebnis einer Analyse zurückliegender Störungen

Störungen in den Quadranten (2) „Störung tritt häufig auf/starke Beeinträchtigung der Logistikleistung“ und (4) „ Störung tritt häufig auf/geringe Beeinträchtigung der Logistikleistung“.

3 Auswirkungen anpassungsfähiger Logistiknetzwerke auf das Informationsmanagement

Dem Informationsmanagement, das sowohl in produzierenden Unternehmen als auch in Transportunternehmen eine Querschnittsfunktion darstellt (s. SCHUH 2013, S. 502), fällt bei der Erkennung und Behandlung von logistischen Störungen eine entscheidende Rolle zu. Das Informationsmanagement ist für die Konzeption sowie für die Umsetzung und Einführung IT-basierter Risikomanagementsysteme verantwortlich. Durch die zunehmende Komplexität der IT, getrieben durch heterogene Systemlandschaften mit einer steigenden Zahl betrieblicher Informationssysteme, wird es jedoch immer schwieriger, die eingesetzten Informationstechnologien optimal auszuwählen und auszurichten. Diese Aufgabe wird durch den Einsatz von hochgradig vernetzten, auf den Grundlagen cyber-physischer Systeme (CPS) beruhenden Risikomanagementsystemen noch weiter erschwert. CPS bezeichnet den Zusammenschluss elektronischer und mechanischer Komponenten zu einem Netzwerk.

Zu diesem Zweck wurde unter anderem das im Folgenden vorgestellte Reifegradmodell entwickelt, das den Grad der Echtzeitdatenintegration in das verwendete Risikomanagementsystem bewertet. Anhand verschiedener Faktoren, wie der Datengrundlage, der Echtzeitfähigkeit und der Integration von vor- und nachgelagerten Partnern innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks, wird das eingesetzte System in einer Positionierungsmatrix verortet. Da Echtzeitdaten vor allem bei der hochfrequenten Regelung des Tagesgeschäfts relevant sind, konzentriert sich das Modell auf die Unterstützung des operativen Supply-Chain-Risk-Managements.

3.1 Entwicklung des Reifegradmodells

Die Entwicklung des Reifegradmodells baut auf der Arbeit von BECKER ET AL. auf (s. BECKER ET AL. 2009, S. 513), die ein Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen vorgeschlagen haben. Darüber hinaus haben sie ein Reifegradmodell als einen Entwicklungspfad von Objekten in aufeinander folgenden, diskreten Rangstufen definiert, beginnend in einem Anfangsstadium bis hin zur vollkommenen Reife. Das für diesen Anwendungsfall entwickelte Modell enthält zwei Dimensionen: zum einen den Bereich *Datengrundlage und Transparenz*, der die Datensammlung

im Wertschöpfungsnetzwerk abdeckt, zum anderen den Bereich *Analyse und Regelung*, in dem die automatische Nutzung dieser Daten und die Reichweite einer möglichen Regelung bewertet wird. Die erste Dimension enthält zwei Module, die zweite Dimension enthält drei Module, die jeweils mehrere Merkmale enthalten. Die Module bilden die Basis zur Ermittlung des Reifegrads der Echtzeitdatenintegration in bestehende Risikomanagementsysteme.

3.2 Dimension I – Umfang und Transparenz

Das erste der beiden Module erhebt Informationen über die Datengrundlage und den Transparenzgrad, also den Datenaustausch mit vor- und nachgelagerten Partnern innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks. Das erste Modul (Datenquellen) erfasst die zur Verfügung stehende Datengrundlage, die dem System als Basis für die Modellbildung des Netzwerks dient.

Das zweite Modul (Sichtweite) des Reifegradmodells erhebt die Transparenz in der Lieferkette. Hier geht es darum, auf welche Daten aus Geschäftsprozessen der vor- und nachgelagerten Partner das Risikomanagementsystem zugreifen kann. Damit erfasst das zweite Modul den Bereich, aus dem die im ersten Modul aufgeführte Datengrundlage stammt.

3.3 Dimension II – Analyse und Regelung

In der zweiten Dimension werden insgesamt drei Module abgefragt. Das erste Modul (Risikoanalyse) erhebt Informationen darüber, ob auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Datengrundlage und Sichtweite eine Identifizierung von Störungen erfolgt. Gerade das Erkennen von Störungen ist für ein nachgelagertes Management, also das Einleiten von geeigneten Entstörmaßnahmen, entscheidend.

In einem nächsten Schritt wird erhoben, ob eine Bewertung der vorliegenden Störung erfolgt. Die Bewertung vorliegender Störungen im Kontext des Wertschöpfungsnetzwerks erlaubt erst, das Risiko für ein Unternehmen richtig einzuschätzen. So kann eine Verschiebung des Liefertermins bei Just-in-time-Belieferungen große Auswirkungen haben, während eine Verschiebung des Liefertermins bei ausreichenden Beständen unkritisch ist.

Das zweite Modul (Regelung) innerhalb der zweiten Dimension konzentriert sich auf die Fähigkeiten des Risikomanagementsystems, die Störung innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks zu bekämpfen und wieder einen stabilen Zustand

herzustellen. Das erste Merkmal (Maßnahmenplanung) erhebt, ob das System in der Lage ist, geeignete Handlungsalternativen abzuleiten. Es geht also um die Frage, ob das System einen eigenen Vorschlag zur Entstörung des Netzwerks unterbreiten kann.

Im letzten Modul (Reichweite) wird abschließend erhoben, auf welche Teile des Wertschöpfungsnetzwerks sich die Regelung erstreckt. Analog zur Erhebung der Sichtweite kann sich die Regelung auf vorgelagerte und nachgelagerte Partner sowie auf die eigenen Kernprozesse erstrecken.

3.4 Bewertungssystematik

Die Ausprägungen der insgesamt fünf Module aus den beiden vorgenannten Dimensionen sind die Eingangsgrößen zur Bewertung der Echtzeitdatenintegration in das Risikomanagementsystem. Das Reifegradmodell errechnet aufgrund dieser Daten einen zweidimensionalen Score-Wert, der in einer Positionierungsmatrix dargestellt werden kann. Die Positionierungsmatrix führt auf der Ordinate die Dimension *Datenbasis und Transparenz* und auf der Abszisse die Dimension *Analyse und Regelung*. Die insgesamt vier Quadranten erlauben einen leichten Zugriff auf das Bewertungsergebnis. Die Positionierungsmatrix sowie die Beschreibung der vier Quadranten ist in Bild 7 dargestellt.

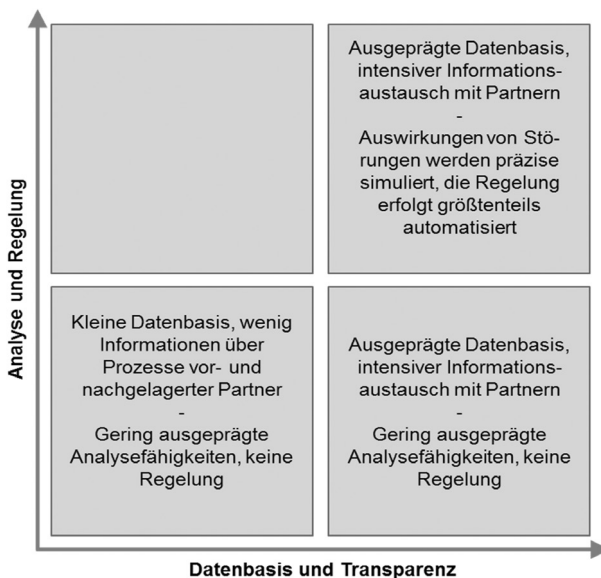


Bild 7: Positionierungsmatrix des Reifegradmodells

Zur Bestimmung der Position auf der Ordinate wird die in Bild 8 gezeigte Formel verwendet. Zunächst wird geprüft, ob betriebliche Anwendungssysteme in das Risikomanagementsystem integriert sind. Sollte dies nicht der Fall sein, so wird sofort der Wert 0 angenommen, da die Verknüpfung mit Stamm- und Bewegungsdaten, die üblicherweise von betrieblichen Anwendungssystemen bereitgestellt werden, zwingende Voraussetzung für die Modellierung des Wertschöpfungsnetzwerks sind. Die weiteren Ausprägungen gehen jeweils normiert im Intervall [0, 1] in das Bewertungsmodell ein. Sie werden gewichtet mit den anderen Merkmalsausprägungen multipliziert. Zu beachten ist hier, dass den Primäraktivitäten (x_{kp}) zumindest in der Grundkonfiguration des Modells eine größere Gewichtung als der Transparenz über vor- und nachgelagerte Prozesse zugesprochen wird. Mit voranschreitender Technologisierung und dem in Folge möglicherweise einfacheren Zugriff auf Geschäftsprozesse der Partner kann dieser Faktor ggf. angepasst werden. Entsprechendes gilt für die Felddaten, die über die Variable x_{fd} erfasst werden, sowie für die bislang gedämpfte Ausprägung der Echtzeitfähigkeit. Ihnen könnte in einer zukünftigen Version des Modells eine gewichtigere Rolle zukommen.

$$X_{DT} = \begin{cases} 0, & \text{für } x_{ba} = 0 \\ \frac{x_{ba} + 1}{2} * x_{fd} * \frac{x_{sf} + 1}{2} * \frac{x_{kp} + \frac{x_{it} + x_{ku}}{2}}{2}, & \text{für } x_{ba} > 0 \end{cases}$$

Bild 8: Formel zur Bestimmung der Position auf der Ordinate

Für die Dimension *Analyse und Regelung*, die in der Positionierungsmatrix auf der Abszisse dargestellt wird, wurde eine Funktion erarbeitet, die die entsprechende Komponente des Score-Werts in Abhängigkeit der ersten Dimension bestimmt. Bild 9 zeigt die verwendete Formel:

$$Y_{RA} = \frac{X_{DT} * y_{id} + y_{be} + 2 * [y_{mp} + y_{rbe} + y_{df}] * y_{kp} + \frac{y_{it} + y_{ku}}{2}}{2 * 4 * 2}$$

Bild 9: Formel zur Bestimmung der Position auf der Abszisse

Die Dimension *Datenbasis und Transparenz* geht an dieser Stelle gedämpft in die Berechnung des Score-Werts ein. Entscheidend für einen guten Score-Wert ist ein möglichst

hoher Automatisierungsgrad, verbunden mit einer entsprechend hohen Abdeckung der eigenen Kernprozesse. Weitere Ausprägungen der beschriebenen Merkmale gehen ohne Dämpfungsfaktor in das System ein. Auch hier sollte bei zunehmender Technologisierung in folgenden Iterationen eine Anpassung der Faktoren erfolgen.

3.5 Evaluation

Zur Evaluation des entwickelten Reifegradmodells wurden die Risikomanagementsysteme von zwei Logistikdienstleistern untersucht. Ziel war es, das System auf seine Praxistauglichkeit zu prüfen und durch Unternehmensvertreter Impulse für zukünftige Evolutionsstufen zu erhalten. Darüber hinaus wurden für beide Unternehmen Gestaltungsempfehlungen ausgesprochen, die sich auf den anzustrebenden Technologieeinsatz beziehen.

Bei den untersuchten Unternehmen handelt es sich zum einen um einen mittelständischen Logistik-Serviceanbieter aus Hamburg und zum anderen um ein global operierendes Logistikunternehmen aus Osnabrück. Beide Unternehmen können sich im Modell hinsichtlich echtzeitfähiger Datenintegration aus betrieblichen Anwendungssystemen überdurchschnittlich gut positionieren. Zum weiteren Ausbau des Risikomanagements wurden für beide Unternehmen Gestaltungsempfehlungen abgeleitet, die die Integration von Felddaten betreffen. Zwar arbeiten beide Unternehmen an der Umsetzung mobiler Lösungen und der in Folge möglichen Erhebung von Felddaten, diese Daten stehen jedoch dem Risikomanagement jeweils größtenteils noch nicht zur Verfügung.

4 Anwendungsbeispiele für den Einsatz eines echtzeitfähigen Risikomanagementsystems

Am Forschungsvorhaben Smart-Logistic-Grids sind drei Praxispartner beteiligt. Im Rahmen der Projektarbeit sind bei *Hellmann* und *TOP Mehrwert-Logistik* Anwendungsfälle in der Beschaffungs- bzw. der Distributionslogistik verprobt worden, während bei *ZITEC Industrietechnik GmbH* als Verlagerer die Auftragsabwicklung nach Auftragseingang betrachtet wird. Im Folgenden werden die beteiligten Unternehmen sowie die spezifischen Anwendungsfälle für den Einsatz des Risikomanagementsystems vorgestellt.

4.1 *Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG*

Hellmann ist ein weltweit führender Logistik-Anbieter, der für seine Kunden die Organisation und Durchführung der Logistiktransporte übernimmt. Für den

Anwendungsfall wurde ein Kunde von *Hellmann* ausgewählt, der regelmäßig Transporte in die USA über *Hellmann* durchführt. Die Firma *Eckart Effect Pigments* ist ein Hersteller von Metall- und Perlglanz-Pigmenten für die Lack- und Farbenindustrie, die grafische, die Kunststoff-, die Porenbeton- sowie die Kosmetikindustrie.

Die betrachteten Anwendungsfälle beziehen sich auf Transporte mit der Destination USA, die von der Firma *Hellmann* organisiert und teilweise durchgeführt werden. In den drei Anwendungsfällen findet der Transport über den Seeweg statt. Der sogenannte Hauptlauf startet an Häfen mit Zugang zur Nordsee (beispielsweise Hamburg, Rotterdam) und endet in Häfen an der Ostküste der USA. Der Anwendungsfall betrachtet den Vor-, den Haupt- und den Nachlauf des Transports. Der Vor- und der Nachlauf finden mittels Straßentransport statt. Der Hauptlauf wird als Seefracht durchgeführt. Betrachtet werden zwei Transportmodi: Der LCL (*less than container load*) und der FCL (*full container load*).

Zunächst wird der LCL-Transportmodus betrachtet: Nach dem Eingang eines LCL-Auftrags transportiert ein Spediteur die bei *Eckart* gepackten Güter zu einem von *Hellmann* beauftragten Lager, während *Hellmann* eine Sendungsoptimierung auf Basis des Containers durchführt. Ziel der Container-Optimierung ist es, festzustellen, ob *Hellmann* selbst einen Container bei einem Carrier bucht (*Standard*) oder ob *Hellmann* die benötigte Kapazität bei einem Wettbewerber einkauft (*CoLo*). Dies ist abhängig von dem Volumen der Sendungen für den Zielhafen.

In der Regel bestellt *Hellmann* einen Seecontainer bei einem Carrier (beispielsweise *Maersk*) und lässt ihn bei einem Sub-Unternehmer, einem sogenannten Packschuppen, packen. In dem vorgestellten Usecase arbeitet *Hellmann* mit dem Unternehmen *dcp* zusammen. Nach der Zollabwicklung wird ein Spediteur mit dem Transport zum Hafen beauftragt. Falls Kapazität am Markt eingekauft werden muss, verbringt *Hellmann* die Ware zum Wettbewerber, bei dem Kapazität eingekauft wurde. Der Container wird vom Co-Loader bepackt und dann vom Spediteur zum Hafen gebracht. Der weitere Prozessverlauf ist identisch. Während des Seefracht-Transports wird die Ware für die Kunden getrackt. Bei Beauftragung transportiert ein Spediteur die Güter zum Dekonsolidierungslager sowie von dort zum Zielort.

Beim Transportmodus *FCL* führt der Kunde eine Leercontainer-Avisierung durch. Anschließend bucht das deutsche *Hellmann*-Büro den Container-Transport bei einem Carrier und beauftragt einen Spediteur mit der Gestellung eines Leercontainers. Wenn die Bestellbestätigung sowie der finale Kundenauftrag bei *Hellmann* eingegangen

sind, werden die Auftragsdaten aktualisiert und der Spediteur transportiert den Container gemäß dem Auftrag vom Kunden zum Hafen. Beim Seetransport durch den Carrier überprüft *Hellmann* das Soll-Abfahrtsdatum und übermittelt die Informationen an den Kunden und das nordamerikanische *Hellmann*-Büro. Zudem meldet es den Import an. *Hellmann USA* beauftragt nun einen Spediteur mit dem Transport der Güter vom Hafen zum Zielort. Die Ablieferung wird an das deutsche *Hellmann*-Büro rückgemeldet, das die Information an den Kunden weitergibt.

Das im Rahmen von *SLG* entwickelte Risikomanagementtool soll den Planer bei der Transportplanung und Transportdurchführung unterstützen. Im Fall der Transportplanung umfasst die Unterstützung alle notwendigen organisatorischen Tätigkeiten, die für die Abstimmung des Gesamttransports notwendig sind. Dies umfasst die Koordination aller beteiligten Einheiten, also des Dienstleisters für den Container und die Bereiche *Sea* und *Road* wie auch das Control-Center. Zudem werden die notwendigen Daten, bestehend aus den Transportdaten, Qualitätsdaten, notwendigen Prozessschritten, Verkehrsdaten, Wetterdaten und Großdaten, betrachtet. Damit lassen sich die Kosten und Dauer verschiedener Handlungsalternativen betrachten.

Die Unterstützung während der Transportdurchführung ist ähnlich aufgebaut. Hierbei erhält der Planer Informationen über den Zustand des Transports. Bei auftretenden Events kann der Transport anhand vorliegender Handlungsalternativen angepasst werden.

4.2 TOP Mehrwert-Logistik GmbH & Co. KG

TOP Mehrwert-Logistik ist ein Logistikdienstleister, der sich auf eine schnelle Zustellung spezialisiert hat. Aufgrund des engen Lagernetzes in der DACH-Region ist eine Zustellung im Hochverfügbarkeitsservice in unter 2 Stunden möglich. Im Anwendungsfall werden die Lieferungen betrachtet, in denen eine Zustellung innerhalb von 4 Stunden erfolgen muss. Trotz der längeren Zustellzeit ist *TOP Mehrwert-Logistik* seinen Kunden gegenüber verpflichtet, die Sendung innerhalb eines sehr kurzen Zeitraums im Lager zu kommissionieren und in einen abfahrbereiten Zustand zu bringen. Anschließend verweilt das Objekt im Warenausgang bis zum Antritt der Fahrt. Der Startpunkt der Fahrt wird bisher manuell bestimmt und basiert auf Erfahrungswerten. Dies soll zukünftig durch das *SLG*-System geschehen. Bei der Auslieferung nutzt *TOP Mehrwert* Kurierdienste. Aufgrund der Nutzung der Kurierdienste kann *TOP Mehrwert* Informationen wie bspw. den besten Startzeitpunkt und Hinweise zur Route weitergeben, hat aber keinen Einfluss auf die gewählte Route.

Im Anwendungsfall soll der Tourenplaner von *TOP Mehrwert* bei der Bestimmung des optimalen Startzeitpunktes und bei auftretenden Störereignissen unterstützt werden. Relevante Daten, die dem Planer zur Verfügung gestellt werden müssen, sind die Auftragsdaten, die Verkehrsdaten, Wetterdaten, Informationen über auftretende Großereignisse sowie die Befähigung des Fahrers. Das System berechnet die anfallenden Kosten und den Einfluss der Entscheidung auf die Liefertermintreue.

4.3 ZITEC Industrietechnik GmbH

Die *ZITEC Industrietechnik GmbH* fungiert als technischer Händler mit einem Produktspektrum von 110 000 ab Lager verfügbaren Artikeln. Über 450 Mitarbeiter sind an sieben Unternehmensstandorten deutschlandweit beschäftigt. Neben dem technischen Handel bietet *ZITEC* technische Dienstleistungen (Engineering und Instandhaltung) an. Der Anwendungsfall betrachtet die Auftragsabwicklung nach Auftragseingang im *ZITEC*-Zentrallager oder einem der *ZITEC*-Regionallager. Im Rahmen der Warenkommissionierung in diesem Regionallager wird dabei ein Event, eine Störung im innerbetrieblichen Auftragsabwicklungsprozess, ausgelöst.

Das Control-Center bewertet daraufhin vorgegebene Handlungsalternativen, mit dem Ziel, die optimale Handlungsalternative zu identifizieren. Mögliche Handlungsalternativen sind dabei (1) die Neuerstellung des gesamten Kundenauftrags zu einem späteren Liefertermin und Belieferung aus dem ursprünglichen Regionallager, (2) die Stornierung des Kundenauftrags, da eine spätere Lieferung dem Kunden keinen Mehrwert bietet, (3) Neuerstellung des gesamten Kundenauftrags und Belieferung aus einem anderen Regionallager oder dem Zentrallager, (4) Neuerstellung des Kundenauftrags und Lieferung des verfügbaren Teils aus dem ursprünglichen Regionallager. Lieferung des nicht verfügbaren Teils aus einem anderen Regionallager oder dem Zentrallager bzw. Lieferung zu einem späteren Zeitpunkt aus dem ursprünglichen Regionallager, (5) Lieferung des nicht verfügbaren Teils als Direktlieferung durch den Hersteller.

Das im Rahmen von Smart-Logistic-Grids entwickelte Risikomanagementsystem soll den Planer dabei unterstützen, im Falle einer Nichtverfügbarkeit der bestellten Ware eine der vorgegeben Handlungsalternativen zu treffen. Dazu werden Informationen über die Bestände im Zentral- und in den Regionallägern, die Transportzeiten, Kundeninformationen, den Kundenliefertermin, den Zulieferer und die Zulässigkeit einer Teillieferung und einer Direktlieferung benötigt. Als Ergebnis präsentiert das System die bevorzugte Handlungsalternative.

B Anforderungen zur Realisierung anpassungsfähiger Logistiknetzwerke

1 Kernkonzepte im Forschungsprojekt SLG

Die zwei Kernkonzepte, denen das Projekt Smart-Logistic-Grids unterliegt, sind das Supply-Chain-Risikomanagement (im Folgenden SCRUM) und das Supply-Chain-Event-Management (im Folgenden SCEM). Um zu verstehen, in welchem Zusammenhang diese beiden Konzepte stehen und wie die einzelnen Teilarbeitspakete des APs 2 dort verortet werden können, werden das SCRUM und das SCEM kurz erläutert und in einem ganzheitlichen Ordnungsrahmen entwickelt.

Risikomanagement bezeichnet im Allgemeinen „die Gesamtheit aller organisatorischen Regelungen und Maßnahmen zur Risikoerkennung und zum Umgang mit den Risiken aus unternehmerischer Betätigung“ (THOM 2008, S. 40). Eine Supply-Chain-spezifischere Definition gibt PECK: „Supply-Chain-Risk-Management ist das Management von externen Risiken und Supply-Chain-Risiken mittels eines koordinierten Vorgehens unter den beteiligten Unternehmen der Wertschöpfungskette zur Reduzierung der Gefährdung der gesamten Wertschöpfungskette.“ (PECK ET AL. 2003, S. 57).

Supply-Chain-Event-Management kann als kurzfristiges Planungs- und Steuerungsinstrument im Supply-Chain-Risikomanagement verstanden werden (s. NISSEN 2002, S. 477). Ziel des SCEMs ist es, ohne vermeidbaren Zeitverzug auf Störungen, sogenannte Events, adäquat zu reagieren, um so die Auswirkungen auf die Supply-Chain so gering wie möglich zu halten. Der Fokus des SCEMs liegt im Gegensatz zum klassischen Risikomanagement eher auf operativen Risiken (vgl. NISSEN 2002, S. 479). SCEM kann als Weiterentwicklung des reinen Trackings & Tracings¹ begriffen werden. Es ermöglicht, Störungsmeldungen mittels eines Soll-Ist-Vergleichs proaktiv in Warnungen zu übersetzen und auf Basis hinterlegter Regeln Handlungsvorschläge zu generieren (vgl. BRETZKE 2002, S. 1).

Das Supply-Chain-Event-Management wird im Projekt als Instrument des Risikomanagements verstanden, das vor allem die Funktionen der Risikosteuerung und -kontrolle unterstützt. Die Identifikation generell relevanter Risiken sowie deren Bewertung fallen dabei nicht in den Aufgabenbereich des Supply-Chain-Event-Managements.

¹ Unter Tracking & Tracing versteht man den Einsatz moderner IuK-Technologien, mit deren Hilfe der Status einer Sendung vor, während und nach der Lieferung ständig verfolgt werden kann.

Die einzelnen Teilarbeitspakete lassen sich den Phasen des Supply-Chain-Event- Managements zuordnen, wenn man sich noch einmal kurz dessen Aufgaben vor Augen führt. In der Phase *Überwachen* werden die relevanten Statusinformationen innerhalb vordefinierter Prozesse der Supply-Chain erfasst und mit vorab definierten Soll-Werten abgeglichen. In der Phase *Steuern* erfolgt die Auswahl und Durchführung der besten Prozessalternative zur Beseitigung (bzw. Minimierung) der Soll-Ist-Abweichung im betrachteten Prozessabschnitt. Die Phase *Messen* hingegen erhebt Kennzahlen zur Erkennung von Trends und Verbesserungspotenzialen bzw. zur Verbesserung der zukünftigen Entscheidungssituation.

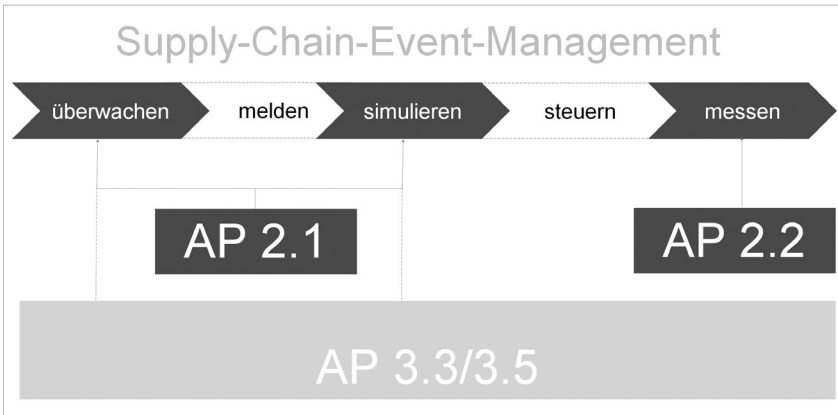


Bild 10: Einordnung der Arbeitspakete in die Systematik des SCEMs

Eine Methodik zur Bewertung tatsächlicher Events inkl. der Berechnung entstehender Kosten & Kosten der Entstörmaßnahmen wird auf Basis des in AP 2.1 entwickelten Ansatzes und der definierten Usecases in den Teilarbeitspaketen AP 3.3 bzw. AP 3.5 weiter detailliert und auf eine Umsetzung im Control-Center zugeschnitten.

2 Recherche-Ergebnisse der ganzheitlichen Bewertung agiler Logistiknetzwerke

In einem ersten Schritt wurden hier elf bestehende traditionelle Total-Cost-Ansätze zur Bewertung von Logistikkosten untersucht. Nach der Analyse einer großen Menge von Literatur zu dem Thema wurde jedoch festgestellt, dass traditionelle Total-Cost-Ansätze im Rahmen des Projekts nicht den gewünschten Nutzen erzielen würden, da die vorhandene Literatur größtenteils auf reine IT-Anschaffungen abzielt

und/oder keine konkreten Handlungsempfehlungen gibt, sondern bestenfalls grobe Handlungsrahmen und Richtlinien absteckt. Die Analyse der bestehenden Ansätze zur Bewertung von Anpassungsfähigkeitskosten brachte ebenfalls keinen Erfolg, da dieses Thema in der wissenschaftlichen Literatur nicht existent ist.

Ergebnisse der Literaturrecherche zu Kennzahlensystemen

Als alternative Basis des ganzheitlichen Bewertungskonzepts wurden daher verschiedene Supply-Chain- und Logistikcontrolling-Konzepte analysiert. Dabei wurden zuerst ausführlich allgemeine Anforderungen an ein Logistikcontrolling-System ermittelt und das generelle Vorgehen bei der Gestaltung eines solchen Systems erläutert. Die einzelnen Konzepte wurden nach bestimmten Gütekriterien bewertet, um ihre Eignung für das ganzheitliche Bewertungskonzept zu ermitteln und zusätzlich detailliert zu beschreiben (s. Bild 11, S. 26).

Zu den so analysierten sieben Quellen zählen:

- Balanced Scorecard (KAPLAN/NORTON)
- Integratives Modell zur partnerschaftlichen Leistungsbeurteilung (HIEBER)
- KEZ-System (PFOHL UND ZÖLLNER)
- Rentabilitäts-Liquiditäts-Kennzahlensystem (REICHMANN)
- SCOR-Modell
- Selektive Kennzahlen (WEBER)
- Supply-Chain-Performance-Konzeption (KARRER)

Die Bewertungskriterien waren dabei die folgenden:

- Fokussierung selektiver Kennzahlen: Erfolgt eine für die effiziente Steuerung der Logistik notwendige Reduzierung von Informationen auf die wichtigsten Kennzahlen?
- Mehrdimensionalität: Werden neben Finanzkennzahlen auch andere für den Geschäftserfolg relevante Dimensionen bewertet (z. B. Prozess-, Kunden-, Risikokennzahlen)?
- Unternehmensübergreifende Verknüpfung: Besteht bei der Leistungsmessung und -steuerung eine Verbindung zu den für den eigenen Geschäftserfolg wichtigen externen Partnern (Kunden, Lieferanten, Kooperationspartner)?
- Verknüpfung von strategischer und operativer Ebene: Werden strategische Ziele in ein konsistentes System von Kennzahlen auf allen Ebenen der Organisation überführt?
- Zeitgerechte Verfügbarkeit von Kennzahlen: Stehen aktuelle Kennzahlen für Entscheidungsträger derart zeitnah zur Verfügung, dass wichtige Maßnahmen zur richtigen Zeit eingeleitet werden können?

Beschreibung	Ziele
<p>Ausgangspunkt des Konzepts ist die für die Logistik gestaltete und von ihr verfolgte Strategie. Die Auswahl der Kennzahlen ist selektiv, um die Komplexität des Systems gering zu halten. Es handelt sich um ein dreistufiges prozessorientiertes Konzept zur Generierung von Logistikkennzahlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strategische Zielformulierung, • Ableitung von operativen Kennzahlen aus den Material- und Warenflüssen und die • sachlogische Verbindung von Zielen und Zahlen 	<ul style="list-style-type: none"> • Strategische Implementierung in die Logistik sicherstellen, • Fokussierung einer geringen Anzahl von Kennzahlen, • Diskussion und Austausch zwischen dem Logistikmanagement erhöhen.
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Fokussierung selektiver Kennzahlen, • unternehmensübergreifend einsetzbar, • fördert Austausch der Führungskräfte, • mathematische und sachlogische Verknüpfung der Kennzahlen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr, dass geringe Anzahl der Kennzahlen die Mehrdimensionalität einschränkt, • Fokus nur auf Logistikkennzahlen.

Bild 11: Beispielhafte Darstellung eines analysierten Konzepts (nach WEBER 2010)

Ergebnisse der Literaturrecherche zur Nachhaltigkeitsbewertung

Die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten spielt weiterhin eine große Rolle in der Logistik und muss bei der Bewertung möglicher Alternativen bei Störungen im Logistiknetzwerk miteinbezogen werden. Um den Forderungen nach Integration von Nachhaltigkeitsaspekten im Bewertungsansatz gerecht zu werden, wurden acht existierende Nachhaltigkeitsbewertungsmethoden analysiert und beschrieben (siehe Bild 12, S. 27) und auf ihre Eignung zum Einsatz im Rahmen von Smart-Logistic-Grids untersucht und nach bestimmten Gütekriterien bewertet.

Zu den so analysierten acht Konzepten zählen:

- COPERT 4 (*European Environment Agency*)
- DIN EN 16258 (CEN)
- Eco Performance Award (*Universität St. Gallen*)
- GEMIS (*Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien*)
- Green Logistics Assessment (*ITCL/TU Berlin*)
- Green Tool (*Universität St. Gallen*)
- Green Logistics Target Costing (*TU Hamburg-Harburg*)
- HBEFATREMODO (*Institut für Energie- und Umweltforschung*)

Zielsetzung	Zielgruppe	Scope
Erhöhung der Genauigkeit, Transparenz und Einheitlichkeit der Berechnung von Treibhausgasemissionen durch Umsetzung des Standards CEN EN 16258	LDL im Allgemeinen, Spediteure im Speziellen	1 – 3
	Vorteile	Nachteile
	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnungsmethodik vorhanden • multimodal • Komplexität • Zugang • branchenübergreifend anwendbar • weit verbreitet 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Berücksichtigung sozialer und ökonomischer Nachhaltigkeit
Bewertungsprozess		
<p>Der Standard schildert ausführlich die Vorgehensweise für die Berechnung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs für multimodale Transporte und berücksichtigt dabei sowohl verschiedene Verkehrsträger, verschiedene Fahrzeugtypen, die genutzten Strecken, den Detailgrad der zugrundeliegenden Daten, die Aufteilung der Verbräuche auf einzelne Sendungen und auch Immobilien.</p>		

Bild 12: Beispielhafte Darstellung eines analysierten Konzepts (DIN EN 16258)

Die Bewertungskriterien waren dabei die folgenden:

- Komplexität: Inwiefern ist die Methode anwenderfreundlich und wie leicht ist sie in einen Bewertungsansatz zu integrieren?
- Methodik: Ist eine explizite Berechnungsmethodik vorhanden?
- Modalität: Wie viele Verkehrsträger werden abgedeckt?
- Nachhaltigkeitsdimensionen: Werden alle relevanten Dimensionen betrachtet (Ökologie, Ökonomie, Soziales)?
- Scope: Welche Scopes der Nachhaltigkeit werden berücksichtigt?
- Zugang: Ist die Methode kostenfrei zugänglich?

Ergebnisse der Literaturrecherche zu Anpassungsfähigkeitskosten

Um einen eigenen Ansatz zur Bewertung von Anpassungsfähigkeitskosten zu entwickeln, wurde damit begonnen, die Literatur nach verschiedenen Möglichkeiten, die Anpassungsfähigkeit eines Logistiknetzwerks zu beschreiben, untersucht. Ergebnis der bisherigen Recherche (insgesamt wurden hierfür 23 verwertbare wissenschaftliche Artikel zum Thema Flexibilität und zusätzlich 18 wissenschaftliche Artikel zum Thema Agilität ermittelt) ist ein Katalog verschiedener Dimensionen, die zum einen als Basis zur späteren Erarbeitung von anpassungsfähigkeitssteigernden Maßnahmen und zum anderen als Basis zur Bewertung der Kosten dieser Maßnahmen dienen. Die ermittelten Dimensionen wurden dabei in Netzwerkflexibilität und Prozessflexibilität unterteilt. Ziel ist es, geeignete Maßnahmen zu entwickeln, mit denen einzelne Dimensionen beeinflusst und später die resultierenden Kosten ermittelt werden können.

3 Workshop-Ergebnisse der ganzheitlichen Bewertung agiler Logistiknetzwerke

Ausgehend von den Zielen des Bewertungsansatzes wurden Indikatoren abgeleitet, die wiederum in Kennzahlen abgebildet werden sollen. Auf Basis dieser Kennzahlen werden Faktoren ermittelt, mit denen sich diese beeinflussen lassen, und darauf aufbauend Maßnahmen entwickelt, mit denen diese Einflussnahme geschieht. In Bild 13 ist dieses Prinzip dargestellt.

Während die ersten drei Bestandteile (Zieldefinition, Indikatorbeschreibung und Kennzahlenerhebung) im Wesentlichen Inhalte des Teilarbeitspakets AP 2.1 darstellen, werden deren Einflussfaktoren sowie die daraus abgeleiteten Maßnahmen Inhalt von AP 2.2 sein und sind nicht Bestandteil des vorliegenden Berichts.

Die Ziele des Bewertungsansatzes stammen aus der Projektbeschreibung und stimmen somit mit denen des Gesamtprojekts überein. Die Ziele wurden allerdings um einige Aspekte von der TUB erweitert und neu beschrieben. Dies geschah unter Zustimmung aller Projektpartner.

In Summe wurden vier Ziele, die zur Steuerung eines anpassungsfähigen Logistiknetzwerkes nötig sind, identifiziert. Diese bilden den Startpunkt des ganzheitlichen

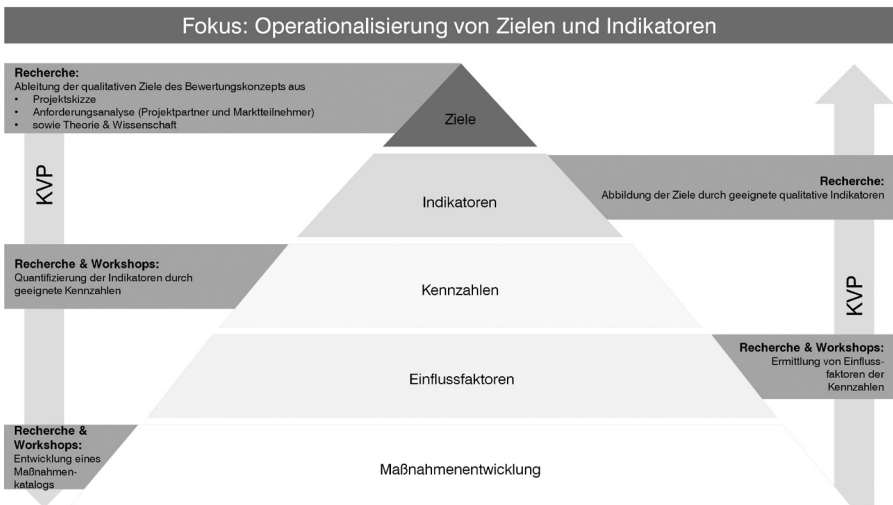


Bild 13: Grundkonzept des Bewertungsansatzes

Bewertungsansatzes und sind unter Zuhilfenahme von Indikatoren wie in Bild 14 beschreiben.

Ziel	Indikatoren
Steigerung der Effizienz und Effektivität des Logistiknetzwerks	Logistikleistung
	Logistikkosten
	Koordination
Minimierung von Störungsauswirkungen im Logistiknetzwerk	Störfrequenz
	Störausmaß
Verbesserung der Anpassungsfähigkeit des Logistiknetzwerks	Rekonfigurierbarkeit
	Flexibilität
	Agilität
Verbesserung der Nachhaltigkeit des Logistiknetzwerks	soziale Nachhaltigkeit
	ökologische Nachhaltigkeit
	Multimodalität

Bild 14: Ziele durch Indikatoren

3.1 Ergebnisse der 1. Workshopserie

Ergebnisse der Zielpriorisierung

Bild 15 zeigt die Gewichtungen der Indikatoren innerhalb der Ziele der drei Logistik- sowie einem IT-Dienstleister. Diese Trennung soll die individuelle Praxistauglichkeit für die Umsetzung des Bewertungsansatzes ermöglichen.

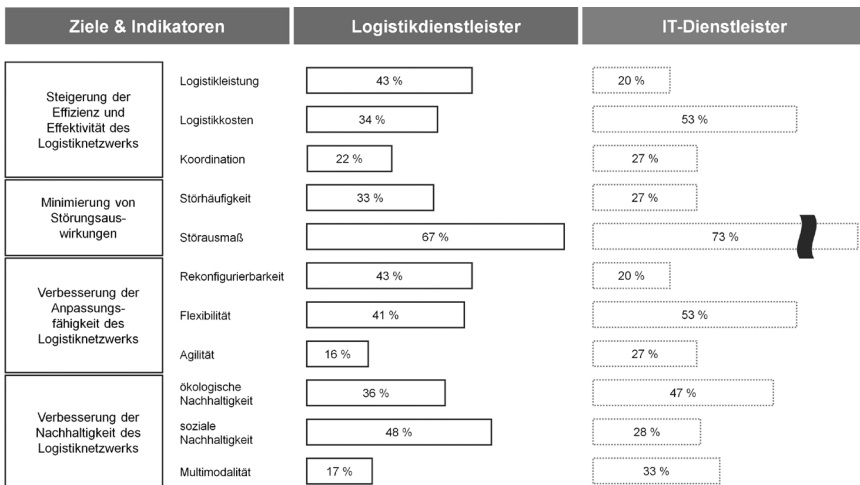


Bild 15: Ergebnisse der Zielpriorisierung – Zusammenfassung

Steigerung der Effizienz und Effektivität des Logistiknetzwerks

Die Logistikdienstleister (LDL) fokussieren innerhalb dieses Ziels mit 43 Prozent den Indikator Logistikleistung, gefolgt von den Logistikkosten mit 34 Prozent. Die Koordination mit Partnern innerhalb des Netzwerks ist mit 22 Prozent am geringsten gewichtet.

Die Priorisierung des ITlers zeichnet ein etwas anderes Bild. Hier werden zunächst mit 53 Prozent die Logistikkosten präferiert. Logistikleistung und Koordination spielen mit 20 Prozent bzw. 27 Prozent eine nachrangige Rolle.

Minimierung von Störungsauswirkungen

Sowohl die LDL, als auch der ITler fokussieren den Indikator Störausmaß mit 67 Prozent bzw. 73 Prozent.

Verbesserung der Anpassungsfähigkeit des Logistiknetzwerks

Dieses Ziel besteht aus den drei Indikatoren *Rekonfigurierbarkeit (operative Ebene)*, *Flexibilität (taktische Ebene)* und *Agilität (strategische Ebene)*. Bei der operativen und taktischen Ebene ähneln sich die Gewichtungen mit 43 Prozent bzw. 41 Prozent, wobei die *Agilität* mit 16 Prozent eine untergeordnete Rolle bei der Zielerreichung spielt. Dies kann mit der operativen Ausrichtung der Workshopteilnehmer zusammenhängen. Das Softwareunternehmen fokussiert mit 53 Prozent die *Flexibilität*, gefolgt von *Agilität* mit 27 Prozent und *Rekonfigurierbarkeit* mit 20 Prozent. Der ITler betreut überwiegend taktische und strategische Projekte.

Verbesserung der Nachhaltigkeit des Logistiknetzwerks

Die Nachhaltigkeit besteht hier aus ökologischer sowie sozialer Nachhaltigkeit und Multimodalität. Die Multimodalität spielt eine untergeordnete Rolle, was insbesondere darauf zurückzuführen ist, dass nur für einen LDLer aufgrund des Geschäftsmodells multimodale Transporte in Frage kommen. Präferiert wird in diesem Ziel vor allem die soziale Nachhaltigkeit, was auf eine Fokussierung des Faktors *Mensch* hindeutet. Der ITler gewichtet fast mit der Hälfte der möglichen Punkte (47 Prozent) die *ökologische Nachhaltigkeit*, folgend mit *Multimodalität* (33 Prozent) und *soziale Nachhaltigkeit* (28 Prozent).

Ergebnisse Kennzahlenerhebung

Innerhalb der Kennzahlenerhebung konnten 124 Kennzahlen gesammelt werden. Innerhalb der Ziele wurde bei der Steigerung der Effizienz und Effektivität mit 48 Kennzahlen am meisten gesammelt, gefolgt von den Zielen *Minimierung von Störungsauswirkungen* (29) und *Verbesserung der Nachhaltigkeit des Logistiknetzwerks* (27).

Das Ziel der Anpassungsfähigkeit generierte mit 20 Kennzahlen die geringste Anzahl. Grund war u. a. der für die Praxis neue Themenkomplex der Rekonfigurierbarkeit, der Flexibilität sowie der Agilität und deren Operationalisierung.

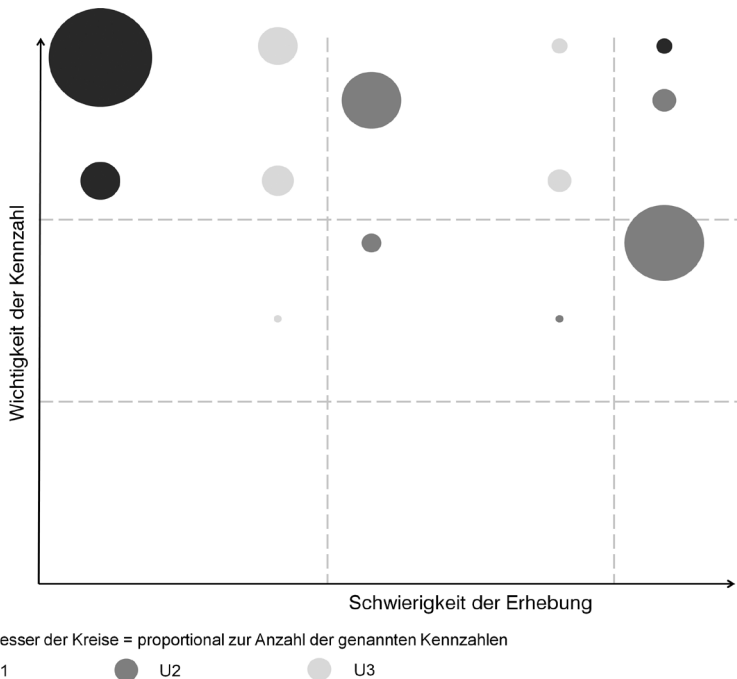


Bild 16: Kennzahlenpriorisierung – Steigerung der Effizienz und Effektivität des Logistiknetzwerks

Ergebnisse Kennzahlenpriorisierung

Einen Auszug der Kennzahlen nach Nutzung der Portfolioanalyse liefert Bild 17:


Portfolio	Priorisierung (nach Ziel)	Zusammenfassung
	<p>Steigerung der Effizienz und Effektivität</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lieferfähigkeit 2. Transportkosten pro Sendung 3. Durchlaufgeschwindigkeiten Informationen <p>Minimierung von Störungs- auswirkungen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anzahl Störungen 2. Anzahl betroffene Aufträge <p>Verbesserung der Anpassungs- fähigkeit</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anteil umgesetzter Entstörmaßnahmen 2. Integration neuer Logistik- dienstleistungen (IT-seitig) 3. Dauer Markterschließung (Aufbau neuer Netzwerkstrukturen) <p>Verbesserung der Nachhaltigkeit</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anzahl vergeblicher Anfahrten 2. Krankenstand 3. Anteil Direktverkehre 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Kennzahlen werden von der Wichtigkeit zur Zielerreichung alle als mittel bis hoch eingeschätzt. • Es existieren kaum Kennzahlen, die „nicht im Fokus“ sind. • Die Schwierigkeit der Erhebung streut dagegen. • Es existieren Kennzahlen, deren Schwierigkeitsgrade der Erhebung von gering bis hoch eingeschätzt werden. • Für die Steigerung der Effizienz und Effektivität sowie der Minimierung von Störungsauswirkungen wurden die meisten Kennzahlen ermittelt (je 11). • Für die Anpassungsfähigkeit wurde die geringste Menge Kennzahlen ermittelt (5).

Bild 17: Kennzahlenpriorisierung – LDL

Ergebnisse Nachbereitung

Aus jedem Workshop wurden, abhängig von der Gewichtung der jeweiligen Indikatoren, je Praxispartner in Summe ca. 20 Kennzahlen für die weitere Nutzung in der 2. Workshopserie extrahiert. Die Reduzierung auf ca. 20 ist u. a. notwendig, um die Kosten und Nutzen des Aufbaus eines Kennzahlensystems in Waage zu halten.

3.2 Ergebnisse der 2. Workshopserie

Übersicht Einflussmatrix

In der Einflussmatrix werden die Einflussfaktoren hinsichtlich ihrer Beeinflussung (siehe Bild 18, S. 33) mit einer dreiwertigen Skala gegeneinander bewertet (s. REIBNITZ 1992, S. 35f.). Die Praxis zeigt, dass ein Workshop mit ausreichender Diskussion und intuitivem Ranking oft das gleiche Ergebnis liefert wie die Einfluss-Matrix (s. SCHULZ-MONTAG U. MÜLLER-STÖFFELS 2006, S. 385). Daher wurde bei unserer Workshopdurchführung zunächst für die Erhöhung des Detaillierungsgrades eine fünfwertige Skala verwendet. Zusätzlich wurden im Rahmen von qualitativen

Workshops die Ergebnisse mittels intuitiven Rankings reduziert und aggregiert. Anschließend wurden zur Visualisierung die Ergebnisse in System-Grids überführt, um sowohl die aktive als auch die passive Beeinflussung von Kennzahlen darzustellen. Im Workshop selbst wurden Zeile für Zeile und Spalte für Spalte innerhalb einer aufgebauten Matrix die Verknüpfungen diskutiert und bewertet.

Dies wurde durch die Vergabe von Punkten realisiert, wobei

- -2 für einen starken negativen Einfluss steht
- -1 für einen schwachen negativen Einfluss steht
- 0 für keinen Einfluss steht
- 1 für einen schwachen positiven Einfluss steht
- 2 für einen starken positiven Einfluss steht

Ausgehend von dieser Matrix kann folgende Rangfolge über den Grad der Beeinflussung bzgl. der Kennzahlen festgestellt werden:

1. Vorgabe Lieferzeit	8. Auslastung Nachtverkehre	15. Dauer Markterschließung, Aufbau neuer Netzwerkstrukturen
2. Anzahl betroffener Aufträge	9. Lieferfähigkeit	16. Strafzahlungen
3. Anzahl betroffener Standorte	10. Krankenstand	17. Durchlaufgeschwindigkeit Information
4. Anzahl Störungen	11. Integration neuer Logistikdienstleistungen (Kunden: IT-seitig)	18. Liefertreue
5. Anteil umgesetzter Entstörmaßnahmen	12. Anzahl vergeblicher Anfahrten	19. Transportkosten pro Sendung
6. Art der Störung	13. Anzahl eingesetzter Dienstleister	20. Umschlagkosten
7. Anteil Direktverkehre	14. MA-Fluktuation	

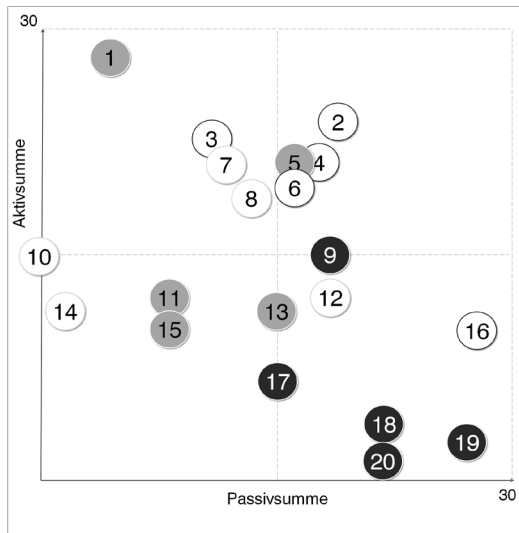
Bild 18: Rangfolge der Kennzahlen gemäß der Einfluss-Matrix – LDL

Die „Vorgabe der Lieferzeit“ ist die bedeutendste Kennzahl und beeinflusst das System am stärksten. Nun wird die Kennzahl in der Regel vom Kunden bestimmt, bietet aber für die strategische Optimierung des Systems viel Potenzial, um eine etwaige Abstimmung mit dem Kunden in Betracht zu ziehen.

Übersicht System-Grid

Das System-Grid bietet die Möglichkeit der Visualisierung des Gesamtsystems der ausgewählten Kennzahlen bzgl. Aktiv- und Passivsummen sowie der jeweiligen Ziele.

Anhand des System-Grids lässt sich z. B. für das Ziel „Steigerung der Effizienz und Effektivität des Logistiknetzwerks“ ablesen, dass sich die meisten Kennzahlen im 3. Quadranten befinden und somit eher (passiv) beeinflusst werden und nicht das System aktiv beeinflussen. Wenn man also z. B. die proprietäre Kennzahl



● Effektivität & Effizienz ○ Störauswirkungen ● Anpassungsfähigkeit ○ Nachhaltigkeit

Bild 19: System-Grid – LDL

„Lieferzuverlässigkeit“ optimiert, wird diese relativ isoliert verändert, ohne größeren Einfluss auf andere Kennzahlen des gleichen Ziels oder eines anderen Ziels zu haben.

Abhängigkeiten innerhalb eines Ziels: Minimierung von Störauswirkungen

Für die Minimierung der Störauswirkungen sind die Interaktionen zwischen den jeweiligen Kennzahlen vielseitiger. So beeinflusst z. B. die „Anzahl betroffener Aufträge“ alle vier anderen Kennzahlen innerhalb dieses Ziels. Ihrerseits wird diese Kennzahl von zwei anderen Kennzahlen beeinflusst. Die „Anzahl betroffener Aufträge“ ist in Bezug auf alle drei Ziele mit der zweithöchsten Aktivsumme ausgestattet, was auch ihre Relevanz für andere Ziele unterstreicht.

Optimiert man also die Kennzahl „Anzahl der betroffenen Aufträge“, ist es erforderlich, die Auswirkungen innerhalb, aber auch außerhalb des Ziels in Betracht zu ziehen, um das Gesamtsystem möglicherweise nicht negativ zu beeinflussen.

Abhängigkeiten innerhalb eines Ziels:

Verbesserung der Anpassungsfähigkeit des Logistiknetzwerks

Zur Darstellung der hierarchischen Abhängigkeit im Sinne eines klassischen

1. Vorgabe Lieferzeit	8. Auslastung Nachtverkehre	15. Dauer Markterschließung, Aufbau neuer Netzwerkstrukturen
2. Anzahl betroffener Aufträge	9. Lieferfähigkeit	16. Strafzahlungen
3. Anzahl betroffener Standorte	10. Krankenstand	17. Durchlaufgeschwindigkeit Information
4. Anzahl Störungen	11. Integration neuer Logistik-dienstleistungen (Kunden: IT-seitig)	18. Liefertreue
5. Anteil umgesetzter Entstörmaßnahmen	12. Anzahl vergeblicher Anfahrten	19. Transportkosten pro Sendung
6. Art der Störung	13. Anzahl eingesetzter Dienstleister	20. Umschlagkosten
7. Anteil Direktverkehre	14. MA-Fluktuation	

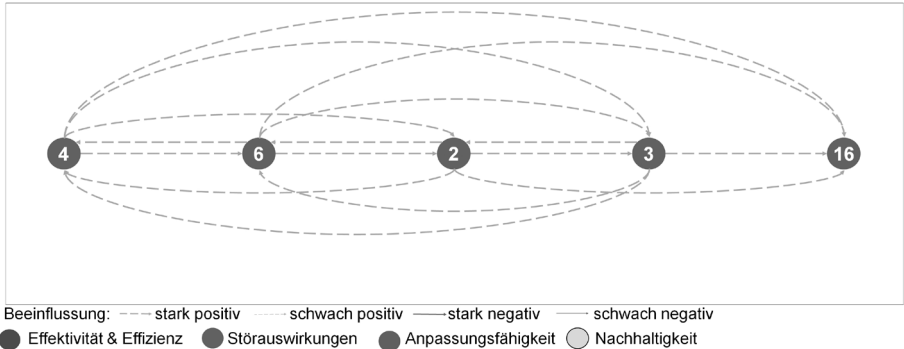


Bild 20: Zielabhängigkeit – Störungsauswirkungen – LDL

Kennzahlensystems soll die folgende Darstellung genutzt werden. Dargestellt ist das Ziel der Verbesserung der Anpassungsfähigkeit des Logistiknetzwerks am Beispiel des Indikators „Rekonfigurierbarkeit“. Auf der ersten Einflussstufe sind die beiden Kennzahlen „Vorgabe Lieferzeit“ sowie „Anteil umgesetzter Entstörmaßnahmen“ abgetragen, die direkt auf die Rekonfigurierbarkeit und somit auf das übergeordnete Ziel wirken. In der Spalte „Anzahl Einflussfaktoren“ wurden die Einflussfaktoren ermittelt, die direkt auf die beiden Kennzahlen wirken. Neben der Tatsache, dass sich die Kennzahlen gegenseitig beeinflussen können, existieren also Einflussfaktoren, die aus internen und externen Gegebenheiten resultieren können und die „Stellhebel“ darstellen, um die jeweilige Kennzahl zu verändern. Die konkreten Einflussfaktoren sowie Maßnahmen, die diese verändern können, sind Inhalt des Teilarbeitspakets 2.2. Hier soll die Tatsache genügen, dass auf die beiden Kennzahlen der ersten Einflussstufe acht Einflussfaktoren wirken, die beeinflusst werden können. Die zweite Einflussstufe wirkt mit zwölf Kennzahlen auf die ersten beiden Kennzahlen, die zwei anderen Zielen des Gesamtsystems zugeordnet sind. Die zwölf Kennzahlen der zweiten Einflussstufe können wiederum durch 35 Einflussfaktoren verändert werden. Für die gesamte Beschreibung wären noch weitere Einflussstufen notwendig gewesen.

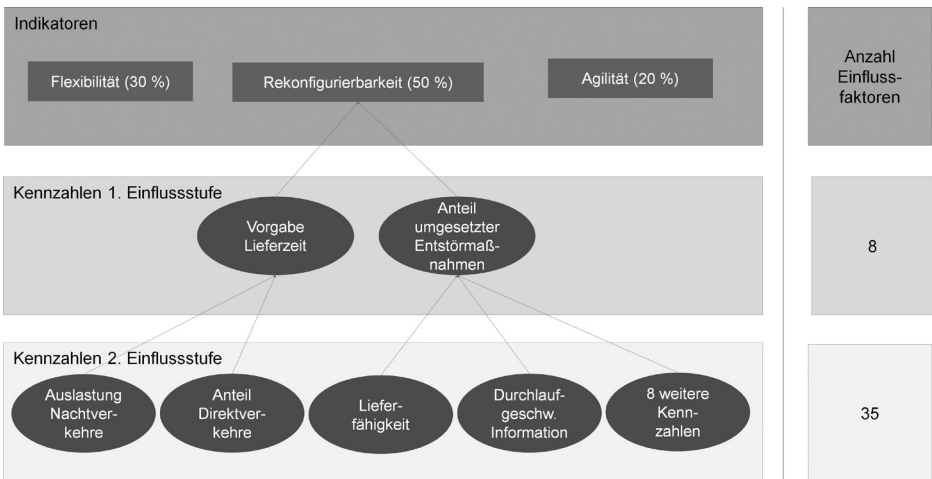


Bild 21: Hierarchische Zielabhängigkeit – Anpassungsfähigkeit – LDL

Dieses knappe Beispiel zeigt die Komplexität innerhalb eines einzigen Indikators und wie sinnvoll das Wissen über die sachlogische Verknüpfung für die Beeinflussung eines Gesamtsystems ist. Insbesondere die gegenseitige Verknüpfung mit anderen Zielen sowie von internen/externen Einflussfaktoren lassen sich hier gut ablesen.

4 Konzept kontinuierlicher Optimierung agiler Logistiknetzwerke

4.1 Recherche-Ergebnisse bestehender Ansätze zur Verbesserung der Agilität von Logistiknetzwerken

Kontinuierliche Verbesserungsprozesse sind eines der Kernthemen des Qualitätsmanagements und dementsprechend weit verbreitet, sowohl in der wissenschaftlichen als auch der praxisorientierten Literatur. Aus der umfassenden Quellensammlung wurden zwei grundlegende Ansätze herausgearbeitet, die den Ausgangspunkt für den im Projekt genutzten KVP-Prozess bilden können. Es handelt sich dabei um die PDCA-Logik und den DMAIC-Zyklus des Six-Sigma-Konzepts, die in folgenden Kapiteln vorgestellt werden sollen. In Bild 22 (s. S. 37) sind die Ergebnisse zusammengefasst.

Anforderung	PDCA	DMAIC
Anwendbarkeit auf eine Vielzahl von logistischen Prozessen/Prozessstufen	●	○
Berücksichtigung operativer, taktischer und strategischer Aspekte	●	○
Berücksichtigung von (unterschiedlich starken) Störungen	●	●
Automatisierbarkeit/Umsetzbarkeit in Software	○	●
Bereitstellung von unternehmensindividuellen Maßnahmenbündeln	●	●
Kompatibilität mit Ergebnissen aus AP 2.1	●	●
Kompatibilität mit Supply-Chain-Event-Management	●	○

Bild 22: Vergleich ausgewählter KVP-Konzepte

4.2 Workshop-Ergebnisse Maßnahmenkatalog

Im folgenden Abschnitt wird der Aufbau des Maßnahmenkataloges beschrieben. Dieser besteht im Kern aus folgenden zwei Schritten:

1. Generierung von Einflussfaktoren, die auf die Kennzahlen wirken
2. Generierung von Maßnahmen, die die Auswirkung der Einflussfaktoren eingrenzen, verhindern oder eliminieren

Vorgehen der Umfrage

Nachdem die Ziele definiert wurden, konnten diesen anschließend Indikatoren zugeordnet werden, welche wiederum in der ersten Workshopserie in Kennzahlen abgebildet wurden. In der darauf folgenden zweiten Workshopserie fand die



Bild 23: Verknüpfung des ganzheitlichen Bewertungskonzepts

Zuweisung von Einflussfaktoren zu den Kennzahlen statt. Im folgenden Abschnitt wird die Zuordnung von Maßnahmen zu den Einflussfaktoren beschrieben.

Das vorbereitete Tableau im Excel-Format wurde gemäß der Logik in Bild 24 angefertigt und durch die Praxispartner validiert. Nachdem ein einheitliches Verständnis über die Zielführung der nächsten Schritte herrschte, wurde je ein Tableau mit den spezifischen Kennzahlen und Einflussfaktoren an den jeweiligen Praxispartner verteilt, um

- anlehnend an die jeweiligen Einflussfaktoren Maßnahmen zuzuordnen,
- die Maßnahmen zu beschreiben und
- die Maßnahmen bzgl. der drei Dimensionen „Umsetzungsdauer“, „Umsetzungskosten“ und „Effekt der Maßnahme“ zu bewerten.

Ergebnisse Einflussfaktoren

In Summe konnten 275 Einflussfaktoren gesammelt werden. Die meisten wurden für das Ziel „Steigerung der Effizienz und Effektivität des Logistiknetzwerks“ identifiziert.

Ziele & Indikatoren		Logistikdienstleister			Summe	
Steigerung der Effizienz und Effektivität des Logistiknetzwerks	Logistikleistung	9	13	14	36	83
	Logistikkosten	7	17	9	33	
	Koordination	3	8	3	14	
Minimierung von Störungs- auswirkungen	Störhäufigkeit	2	12	11	25	62
	Störausmaß	12	19	6	37	
Verbesserung der Anpassungs- fähigkeit des Logistik- netzwerks	Rekonfigurier- barkeit	8	14	11	33	74
	Flexibilität	7	13	8	28	
	Agilität	6	5	2	13	
Verbesserung der Nachhaltigkeit des Logistik- netzwerks	ökologische Nachhaltigkeit	10	18	11	39	60
	soziale Nachhaltigkeit	5	10	3	18	
	Multimodalität	0	0	3	3	
Summe		69	129	81	279	

Bild 24: Auswahl der Einflussfaktoren – Zusammenfassung

Einflussfaktoren	Beeinfluss- barkeit	Effekt auf die Kennzahl
Bestandsdisposition (Bestand im optimalen Lager vorhalten)	gering	hoch
Know-how vor Ort (Ausbildung, techn. Kompetenz)	hoch	hoch
Anzahl Servicekuriere	mittel	hoch
Informationsfluss und -verarbeitung	hoch	hoch
Anzahl Servicekuriere	mittel	hoch
Anzahl Störungen	gering	hoch
Entstörungsmaßnahmen	hoch	hoch
Informationsfluss und -verarbeitung	hoch	hoch
Disposition	hoch	hoch
Konsolidierung	gering	mittel
HVS → NDS, Anteil von NDS erhöhen	gering	mittel
Routenoptimierung (unter Berücksichtigung von Umwelteinflüssen)	mittel	hoch
Vermeidung von Pönalen	gering	mittel
Fehlanfahrten	mittel	mittel
NDS → HVS (mehr Direktfahrten → weniger Umschläge)	gering	mittel
Fehlanfahrten	mittel	mittel
Mobile-Devices	hoch	mittel
Kundenanbindung	hoch	hoch
optimale Erreichbarkeit des Call-Management-Centers	mittel	mittel

Bild 25: Priorisierung der Einflussfaktoren – LDL

Im Folgenden werden die priorisierten Einflussfaktoren für das Ziel „Steigerung der Effizienz und Effektivität“ dargestellt. Die anderen Faktoren befinden sich im Anhang.

Ergebnisse Maßnahmen

In Summe konnten 531 Maßnahmen (Mehrfachnennungen wurden mitgezählt) gesammelt werden. Die meisten wurden für das Ziel „Steigerung der Effizienz und Effektivität des Logistiknetzwerkes“ identifiziert, was nicht verwunderlich ist, da der Großteil der Einflussfaktoren sich ebenfalls auf dieses Ziel bezieht.

Ziele & Indikatoren	Praxispartner			Summe		
	TOP	ZITEC	Hellm.			
Steigerung der Effizienz und Effektivität des Logistiknetzwerks	Logistikleistung	17	28	26	71	145
	Logistikkosten	14	29	14	57	
	Koordination	6	11	3	20	
Minimierung von Störungs- auswirkungen	Störhäufigkeit	4	28	17	49	127
	Störausmaß	23	49	6	78	
Verbesserung der Anpassungs- fähigkeit des Logistik- netzwerks	Rekonfigurier- barkeit	15	38	12	65	127
	Flexibilität	13	21	7	41	
	Agilität	8	11	2	21	
Verbesserung der Nachhaltigkeit des Logistik- netzwerks	ökologische Nachhaltigkeit	20	52	14	86	129
	soziale Nachhaltigkeit	9	26	6	41	
	Multimodalität	0	0	2	2	
Summe		129	293	109	531	

Bild 26: Auswahl der Maßnahmen – Zusammenfassung

Der Logistikdienstleister konnte 129 Maßnahmen generieren. Die meisten Maßnahmen (37) wurden für das Ziel der „Steigerung der Effizienz und Effektivität“ erhoben, gefolgt von der „Verbesserung der Anpassungsfähigkeit des Logistiknetzwerks“ mit 36 Maßnahmen, der „Verbesserung der Nachhaltigkeit“ (29) und der „Minimierung von Störauswirkungen“ (27). Im Folgenden wird ein Teil der priorisierten Maßnahmen für das Ziel „Steigerung der Effizienz und Effektivität“ dargestellt.

Maßnahmen	Beschreibung	Um- setzungs- dauer	Um- setzungs- kosten	Effekt der Maß- nahme
Bestandserhöhung	Ersatzteilbestände aufstocken	mittel	hoch	hoch
Fließgeschwindigkeit von Informationen für TOP-Kunden erhöhen	Kunden frühzeitig über mögliche Engpässe informieren	gering	mittel	mittel
TEC-Schulung	Schulung weiterer Kuriere für ihren Einsatz als TEC (Technical Courier)	mittel	mittel	hoch
Planbarkeit von Serviceeinsätzen erhöhen	Preventive Maintenance statt Emergency-Call	gering	gering	hoch
TEC-Schulung	Schulung weiterer Kuriere für ihren Einsatz als TEC (Technical Courier)	mittel	mittel	hoch
Anzahl Dienstleister erhöhen	Kooperationsverträge mit neuen Dienstleistern abschließen	hoch	mittel	hoch
Fließgeschwindigkeit von Informationen DL-TOP erhöhen	Vermeidung von Medienbrüchen, z. B. durch Einsatz von Mobile-Devices	gering	mittel	mittel
Schulung der Call-Manager und Administratoren	Lösungskompetenz erhöhen und Reaktionsfähigkeit optimieren	mittel	mittel	mittel
TEC-Schulung	Schulung weiterer Kuriere für ihren Einsatz als TEC (Technical Courier)	mittel	mittel	hoch
Anzahl Dienstleister erhöhen	Kooperationsverträge mit neuen Dienstleistern abschließen	hoch	mittel	hoch

Bild 27: Priorisierung der Maßnahmen – LDL

5 Geschäftsmodell für ein IT-basiertes Risikomanagementsystem

Ein wirtschaftlich rentables Geschäftsmodell ist existenziell für das Agieren eines Unternehmens im Markt. Um ein IT-basiertes Risikomanagement in der Praxis wirtschaftlich zu etablieren, bedarf es einer Bewertung der Implikationen eines solchen Systems hinsichtlich bestehender Geschäftsmodelle. Dies bedeutet auf der einen Seite eine Analyse typischer Dienstleistungskonzepte von Logistikdienstleistern, auf der anderen Seite eine Untersuchung der Auswirkungen auf bestehende Geschäftsmodelle durch die Anwendung eines solchen Systems. Darüber hinausgehend sind Betreibermodelle für die einzelnen Komponenten eines Risikomanagementsystems vorzudenken und deren Zusammenspiel in Szenarien zu beleuchten. Das vorliegende Kapitel beschreibt mögliche Ausprägungen der Geschäftsmodellinnovationen und beleuchtet unterschiedliche Szenarien für das Zusammenspiel von Entwickler, Betreiber und Anwender eines IT-basierten Risikomanagementsystems.

5.1 Einführung Geschäftsmodellinnovation

Framework-Business-Modell Canvas

Geschäftsmodelle sind vereinfachte Bilder der Realität. Sie beschreiben als Skalenmodelle, wie „Geschäfte“ getätigt werden respektive wie Wertschöpfung erzielt wird. Für die Beschreibung dieser vereinfachten Abbilder der Geschäftstätigkeit bedarf es Beschreibungsdimensionen (s. BIEGER 2011, S.17). Die Beschreibungsdimensionen werden im Folgenden als Bausteine des Geschäftsmodells beschrieben.

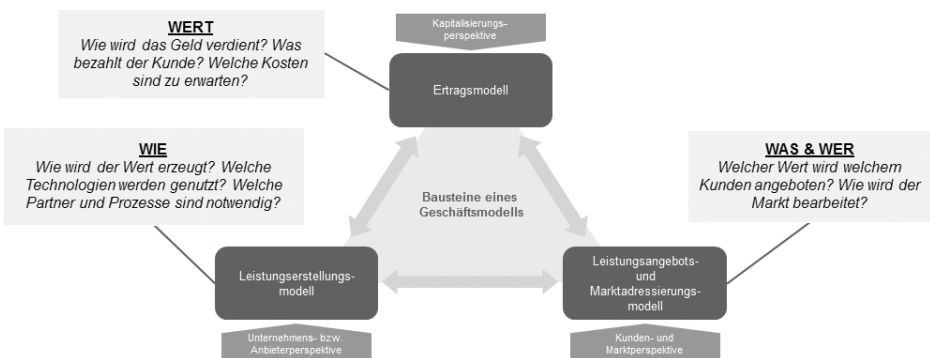


Bild 28: Bausteine eines Geschäftsmodells (i. A. a. SCHUH ET AL. 2015, S. 75)

Die drei Bausteine eines Geschäftsmodells im Einzelnen sind: das Ertragsmodell (Kapitalisierungsperspektive), das Leistungserstellungsmodell (Unternehmens- bzw. Anbieterperspektive) sowie das Leistungsangebots- und Marktadressierungsmodell (Kunden- und Marktperspektive).

Zur Beschreibung der drei Bausteine eines Geschäftsmodells hat sich in der Praxis der Ansatz des Gestaltungsframeworks-Business-Modells *Canvas* nach OSTERWALDER etabliert. Das Business-Modell *Canvas* dient der strukturierten Erarbeitung von Geschäftsmodellen. Folgende Segmente werden dabei berücksichtigt:

- Kundensegmente: Unter Kundensegmenten werden verschiedene Gruppen von Personen oder Organisationen verstanden, die ein Unternehmen erreichen oder bedienen will. Definiert wird, wie der zu adressierende Markt segmentiert werden kann und welche Charakteristika der Kunden eine adäquate Segmentierung ermöglichen. Ebenfalls wird geklärt, welche Segmente bedient werden sollen und welche Segmentierungsstrategie verwendet werden soll.
- Leistungsversprechen/Wertangebot: Das Leistungsversprechen beschreibt das Paket von Produkten und Dienstleistungen, welches für ein bestimmtes Kundensegment wertschöpfend ist. Es wird bestimmt, wie die Kundenbedürfnisse der adressierten Kundensegmente befriedigt werden können. Außerdem wird ausgearbeitet, auf welche Weise die Wettbewerbsfähigkeit erhöht werden kann. Zudem werden Nutzenversprechen an die Kunden definiert und es wird aufgezeigt, ob dies einen sinnvollen Lösungsansatz für die Probleme der Kunden darstellt.
- Distributionskanäle: Hierbei werden die Kanäle definiert, mit denen das Leistungsversprechen an die Kundensegmente kommuniziert wird. Die verschiedenen Kanäle werden beschrieben und es werden diejenigen Kanäle bestimmt, welche die effizientesten und effektivsten aus Unternehmens- und Kundenperspektive sind. Dazu wird untersucht, wie die Aufmerksamkeit des Kunden erreicht werden kann und es wird festgelegt, welche Kanäle am besten zum Leistungsversprechen passen.
- Kundenbeziehungen: Unter Kundenbeziehungen versteht man die Beziehungen, die ein Unternehmen mit den adressierten Kundensegmenten unterhält. Es wird definiert, inwiefern der Kunde in die Wertschöpfung integriert werden kann. Außerdem wird beschrieben, wie neue Kunden erreicht werden können und bestehende Kundenbeziehungen erhalten oder gestärkt werden können.
- Schlüsselressourcen: Unter Schlüsselressourcen versteht man die benötigten Inputgüter, die die Realisierung des Geschäftsmodells ermöglichen. Es wird veranschaulicht, welche Schlüsselressourcen im Unternehmen vorhanden

sind und welche neu entwickelt oder zugekauft werden müssen, um das Leistungsversprechen einhalten zu können. Außerdem wird bestimmt, wie Schlüsselressourcen entwickelt oder zugekauft werden können.

- **Schlüsselaktivitäten:** Schlüsselaktivitäten umfassen diejenigen Prozesse und Aufgaben, die für die Realisierung des Geschäftsmodells notwendig sind. Es werden Schlüsselaktivitäten, die sich aus dem Leistungsversprechen ergeben, charakterisiert. Außerdem wird festgelegt, wie die Schlüsselaktivitäten mit den verfügbaren Ressourcen umgesetzt werden können und welche Prozesse und Aufgaben nicht Teil der Schlüsselaktivitäten sind.
- **Partnernetzwerk/Schlüsselpartner:** Schlüsselpartner sind alle Lieferanten und weitere Partner, die für die Realisierung des Geschäftsmodells notwendig sind. Es wird konkretisiert, welche Partnerschaften strategisch sinnvoll sind und eingegangen werden sollten. Außerdem werden Lieferanten definiert, die enger gebunden werden sollten und es wird aufgezeigt, ob es Wettbewerber gibt, mit denen Kooperationen eingegangen werden können.
- **Ertragsstruktur:** Erträge sind die Einnahmen, die aus den Verkäufen an den Kunden realisiert werden können. Es wird prognostiziert, welchen Preis die Kunden bereit sind zu zahlen und welche Preismechanismen verwendet werden können. Außerdem wird die Preissensitivität der Kunden eingeschätzt und es wird beschrieben, wodurch langfristige, kontinuierliche Einnahmen generiert werden können. Weiterhin werden Formen zur Preisdifferenzierung definiert.
- **Kostenstruktur:** Unter Kostenstruktur versteht man alle Kosten, die für den Betrieb des Geschäftsmodells aufgewendet werden müssen. Es wird definiert, wie das Verhältnis zwischen Kosten und Output optimiert werden kann und ob die Kostenstruktur für das geplante Geschäftsmodell geeignet ist. Außerdem wird erarbeitet, wie eine stärkere Wertorientierung erreicht werden kann und das dienstleistungsspezifische Risiko, bestehend aus hohen Fixkosten und damit einhergehenden Leerkosten, verhindert werden kann.

Geschäftsmodellinnovation

Konnten sich Unternehmen in den vergangenen Jahrzehnten noch mittels Produkt- oder Prozessinnovationen von Wettbewerbern abgrenzen, so ist dieses Vorgehen heutzutage häufig nicht mehr ausreichend, um erfolgreich im Markt agieren zu können. Faktoren, wie beispielsweise veränderte Markt- und Wettbewerbsbedingungen oder die aufschließenden Konkurrenten aus Fernost, zwingen Unternehmen dazu, neue Wege zu gehen. Einer dieser Wege zur Erschließung neuer Erfolgspotenziale ist die Weiterentwicklung bzw. Neugestaltung des unternehmerischen Geschäftsmodells (s. GASSMANN ET AL. 2013, S. 4). Geschäftsmodellinnovation bedeutet in diesem Zusammenhang die „Adaption

und Weiterentwicklung bestehender Geschäftsmodelle sowie Schaffung neuer Geschäftsmodelle [...] auf Basis von Trends und Technologien“ (CHESBROUGH 2010, i. A. a. die Produktionstheorie, z. B. nach CORSTEN und GÖSSINGER 2007). Als Faustregel gilt, dass sich eine Geschäftsmodellinnovation auf mindestens zwei der drei Bausteine eines Geschäftsmodells signifikant auswirkt (s. GASSMANN ET AL. 2013, S. 6).

„Für erfolgreiche Geschäftsmodellinnovationen ist es unabdingbar, die dominante Branchenlogik zu durchbrechen und Ideen außerhalb der existierenden Denkschemata zu entwickeln. Nur dann kann wirklich Neues entstehen.“ (GASSMANN 2013, S.12)

In der Beschreibung von Innovationstreibern wird zwischen externen und internen Treibern unterschieden. Technologische, gesamtwirtschaftliche und ökologische Entwicklungen sowie die Globalisierung des Wettbewerbs werden dabei als externe Innovationstreiber beschrieben. Unternehmenskultur, Informations- und Wissensstand, Kompetenzen der Mitarbeiter und Kombination von Ressourcen werden als interne Innovationstreiber aufgeführt (CHESBROUGH 2010). Im Rahmen der Geschäftsmodellentwicklung des vorliegenden Arbeitspakets steht vor allem die technologische Entwicklung des SCOCCs (Supply-Chain-Operations-Control-Centers) als maßgeblichem Innovationstreiber im Fokus der Betrachtung.

Aus diesem Grund ist untersucht worden, wie sich, ausgehend vom technologischen Innovationstreiber SCOCC, die Geschäftsmodelle der Praxispartner weiterentwickeln können. Dazu sind in Workshops zunächst die aktuellen Geschäftsmodelle aufgenommen worden. Anschließend sind Szenarien entwickelt worden, die beschreiben, wie sich das Geschäftsmodell auf Basis des technologischen Innovationstreibers SCOCC systematisch weiterentwickeln lässt. Ferner sind mögliche Hemmnisse, wie beispielsweise mangelndes Know-how, berücksichtigt worden, die es zu überwinden gilt.

„Eine erfolgreiche Geschäftsmodellinnovation schafft Werte und schützt diese für das eigene Unternehmen. ‚Create value, capture value.‘ Oft wird der zweite Teil vernachlässigt.“ (GASSMANN 2013, S. 12)

Die Weiterentwicklung des eigenen Geschäftsmodells ist für Unternehmen jeder Branche relevant. Einzelne neue Produkte oder Prozesse können von der Konkurrenz leicht imitiert werden. Der Wettbewerber steht jedoch vor größeren Herausforderungen, ein gesamtes neuartiges System aus Prozessen, Partnern etc. zu kopieren und für sich nutzbar zu machen. Aktuelle Studien belegen, dass

Geschäftsmodellinnovationen einen größeren Beitrag zum Unternehmenserfolg beisteuern als die reinen Produkt- oder Serviceinnovationen. Vor diesem Hintergrund lauten die relevanten Fragestellungen im Projekt Smart-Logistic-Grids daher:

- Mit welchem Geschäftsmodell kann die technologische Entwicklung „SCOCC“ aus Sicht des Entwicklers vertrieben/betrieben werden?
- Wie kann die technologische Entwicklung „SCOCC“ zur Geschäftsmodellinnovation bei Logistikdienstleistern beitragen?

5.2 Geschäftsmodellinnovation aus Sicht des Software-Entwicklers

Aufbauend auf den drei Bausteinen eines Geschäftsmodells lassen sich folgende Dimensionen und deren Ausprägungen für Geschäftsmodelle, basierend auf einem IT-basierten Risikomanagementsystem, ableiten (s. BITKOM 2013, S.14):

Die Dimensionen und Ausprägungen der Geschäftsmodell-Morphologie spannen den Rahmen für die Entwicklung eines wirtschaftlichen Geschäftsmodells aus Sicht des Softwareentwicklers auf. Fünf Szenarien sind in Workshops identifiziert worden. Die Szenarien unterscheiden sich im Kern in der Ausprägung der Kombination von Leitstand- und Cloud-Betrieb. Dabei wird unterschieden, wo der Leitstand physisch lokalisiert ist, wer den Betrieb des Leitstands sicherstellt und wer die zugehörige Datencloud operativ betreut.

	Dimensionen	Ausprägungen						
Leistungsangebots- und Marktadressierungsmodell	Kundensegmente	B2B		B2G		B2C		
	Angebot	Daten		Information/Wissen		Materielle Güter		
	Cloud-Service-Ebene	Infrastructure-as-a-Service (IaaS)	Platform-as-a-Service (PaaS)	Software-as-a-Service (SaaS)	Business-Process-as-a-Service (BPaaS)			
	Cloud-Organisationsform	Private		Public	Hybrid	Community		
	Geschäftsnutzen	Entscheidung/ Risikobewertung	Prozess- optimierung	Profitabilität	Preisgestaltung	Kunden- orientierung		
Leistungs- erstellung	Schlüsselressourcen	Daten		Technologie	Know-how	Partnernetz		
	Schlüsselaktivitäten	Datenge- nerierung	Data- Acquisition	Processing	Aggregation	Analytics	Visuali- sierung	Distribution
	Schlüsselpartnerschaften	Daten-Partner		Technologie- und Know-how-Partner		Partner für den Kundenzugang		
	Ertragsmodell	Pay-per-use		basispreis- & nutzenabhängig	Flatrate	Pay-as-you-succeed		

Bild 29: Geschäftsmodell-Morphologie (i. A. a. BITKOM 2013, S.14)



Szenario	Betrieb Leitstand	Betrieb Cloud
Szenario 1	Anwender	Anwender
Szenario 2	Anwender	SCOCC-Entwickler
Szenario 3	Anwender	Datenanbieter
Szenario 4	Plattformbetreiber	Plattformbetreiber
Szenario 5	Plattformbetreiber	Datenanbieter

Bild 30: Szenarien für den Betrieb des Risikomanagementsystems

In Szenario 1, Szenario 2 und Szenario 3 ist der Kunde als Anwender auch der Betreiber des Leitstands, wobei der Leitstand in der physischen Umgebung des Kunden platziert wird, was einen unmittelbaren Zugriff und einen uneingeschränkten Handlungsfreiraum ermöglicht. Der Betrieb der Cloud kann dabei entweder durch den Anwender selbst, das Unternehmen, welches die Leitstandsoftware bereitstellt, oder durch einen Drittanbieter realisiert werden.

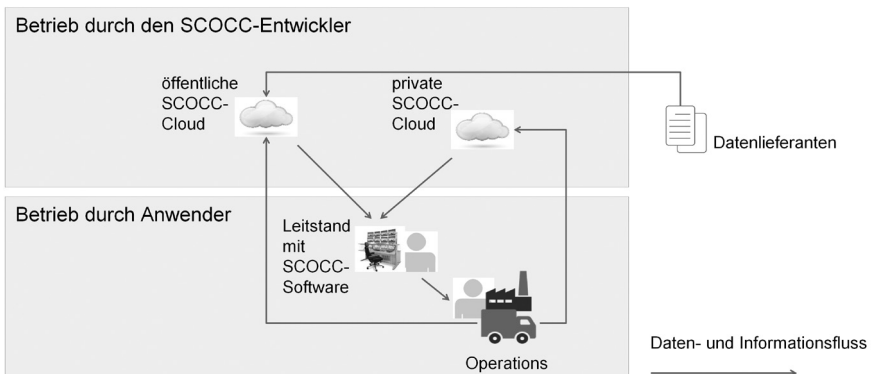


Bild 31: Ökosystem Szenario 2/Referenzszenario

Szenario 4 und Szenario 5 werden durch die zusätzliche Rolle eines Plattformbetreibers ergänzt. Diese Szenarien zielen darauf ab, den Supply-Chain-Operations-Room auf einer Plattform zu etablieren. Hieraus ergeben sich vielfältige Möglichkeiten in der kollaborativen Zusammenarbeit von Unternehmen. Die Plattform dient als zentrale Instanz zum Austausch von Daten zur Optimierung der Routenplanung. Ziel ist es, die von einem oder mehreren Datendienstleistern zur Verfügung gestellten Daten mit Daten von an der Plattform angeschlossenen Unternehmen zu ergänzen. So kann die Abhängigkeit von einzelnen Datendienstleistern gesenkt und die Menge verfügbarer und valider Daten erhöht werden.

Durch eine qualitative Bewertung der fünf Szenarien ist Szenario 2 als das für den SCOCC-Entwickler wirtschaftlichste Szenario mit dem höchsten Mehrwert identifiziert worden. Szenario 2 wird im Folgenden detailliert als Referenzszenario beschrieben.

Im Referenzszenario fungiert der SCOCC-Entwickler als Betreiber der zweigeteilten (privaten und öffentlichen) Cloud. Der Betrieb des Leitstands mit installierter Risikomanagementsoftware erfolgt durch den Logistikdienstleister. Die Daten zur Risikobewertung und Entscheidungsfindung werden dabei zum einen aus den eigenen Produktivsystemen des Kunden in die private Cloud gespielt und zum anderen werden Informationen durch den Betreiber der Cloud von Datenlieferanten (Wetter, Verkehr etc.) zugekauft. In Bezug auf die Dimensionen der Geschäftsmodellmorphologie können für das Referenzszenario bspw. folgende Ausprägungen identifiziert werden: Kundensegmente -> B2C; Angebot



Bild 32: Ertragsmodell Szenario 2

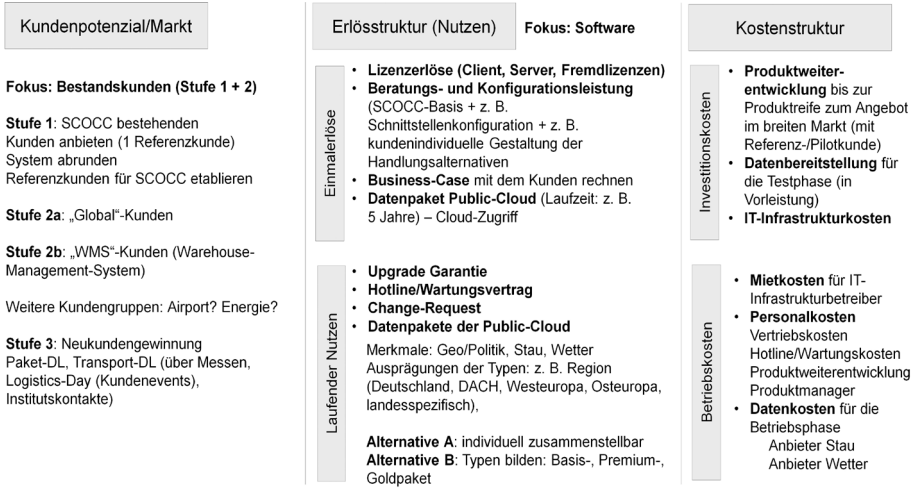


Bild 33: Potenziale eines IT-basierten Risikomanagementsystems

-> Information/Wissen; Cloud-Organisationsform -> Hybrid; Ertragsmodell -> Basispreis & nutzenabhängig. Für das Referenzszenario ergibt sich somit folgendes, qualitativ bewertetes Ertragsmodell aus Sicht des SCOCC-Entwicklers. Das Ertragsmodell aus Erlös- und Kostenstruktur zeigt dabei die einmaligen sowie kontinuierlichen Einflussfaktoren zur wirtschaftlichen Bewertung des Szenarios auf.

5.3 Geschäftsmodellinnovation aus Sicht der SCOCC-Anwender

Durch die Nutzung des SCOCC können sich Logistikdienstleister eines Systems bedienen, welches notwendige Daten integriert zur Verfügung stellt und eine frühzeitige Reaktion und Erkennung von Störungen im Logistiknetzwerk realisiert, um so die zunehmende Komplexität in der Erbringung der Dienstleistung beherrschen zu können. Unter einem Dienstleistungskonzept wird hier ein Teil des Geschäftsmodells verstanden, namentlich das Leistungsversprechen/Wertangebot, welches im Markt offeriert wird. Um jedoch eine ganzheitliche Bewertung bezüglich des wirtschaftlichen Betriebs eines solchen Systems für Logistikdienstleister sicherzustellen, ist auch auf der Anwenderseite der Ansatz des Business-Modells *Canvas* genutzt worden. In Workshops mit den Praxispartnern *TOP Mehrwert* und *Hellmann Worldwide Logistics* ist eine Vielzahl an Anwendungsszenarien für das Risikomanagementsystem

SCOCC entwickelt worden. Die folgende Matrix zeigt, wie durch den Einsatz des SCOCC-Systems vier Kernpotenziale für Logistikdienstleister abstrahiert beschrieben werden können: Geschäftserweiterung, Produktivitätssteigerung, Imagepflege/Kundenbindung und Erweiterung Dienstleistungsportfolio.

- **Geschäftserweiterung:** Das Logistikunternehmen fungiert als Vertriebspartner des Softwareentwicklers. Der Logistikdienstleister kann aufgrund seines großen Kundennetzwerks die SCOCC-Lösung zur Integration in die Kundenprozesse anbieten. Ein Softwareunternehmen verfügt im Regelfall nicht über dieses ausgeprägte Netzwerk an Speditionen und vergleichbaren Logistikunternehmen. Der Logistikdienstleister kann hier entweder den initialen Kontakt herstellen und bei Vertragsabschluss hierfür eine Vermittlungsgebühr von dem Softwareunternehmen erhalten oder der Dienstleister vertreibt die Lösung direkt im Auftrag des Softwareunternehmens und erhält eine umsatzabhängige Provision für seine Vertriebstätigkeit.
- **Produktivitätssteigerung:** Findet keine Kommunikation gegenüber dem Kunden über den Einsatz des neuen Tools statt, bleibt ein direkter Marketingeffekt außen vor. Der Fokus liegt dann auf der Optimierung der Revenue-Streams. Durch eine verbesserte Routenplanung kann bspw. die Anzahl der täglich durchgeführten Technikeraufträge erhöht werden. Dies führt zu einer direkten Ertragssteigerung. Neben dieser direkt ertragswirksamen Verbesserung können durch eine zuverlässigere Planung Service-Level-Agreements (SLA) mit höherer Wahrscheinlichkeit eingehalten werden, welches eine Senkung der Pönalzahlungen zur Folge hat und somit indirekt ertragssteigernd wirksam ist. Eine Möglichkeit, nicht die Erträge zu erhöhen, sondern Eingriff in die Kostenstruktur des Logistikdienstleisters zu nehmen, kann mit SCOCC ebenfalls realisiert werden. Wird die SCOCC-Lösung durch den Logistikdienstleister implementiert und betrieben, besteht die Möglichkeit, externen Kurieren eine App zur Verfügung zu stellen, auf welcher die relevanten Informationen kontextsensitiv bereitgestellt werden. Ziel ist es, die Leistungserbringung der Kuriere zu optimieren, deren Aufwände zu verringern und so die eigenen Kosten zu senken. Wird der Einsatz des Risikomanagements also als reine Optimierung der Effizienz verstanden, wird eine Kommunikation gegenüber dem Kunden nicht angestrebt. Im Fokus steht hierbei die Kostenreduktion. Realisiert wird dies über Ressourceneinsparung durch den steigenden Automatisierungsgrad im Risikomanagement.
- **Imagepflege/Kundenbindung:** In diesem Anwendungsfall wird der Einsatz des SCOCCs als marketingwirksame Maßnahme verstanden. Dabei wird das Logistikunternehmen verstärkt als Vorreiterunternehmen der

Logistikbranche beworben, welches in der Zusammenarbeit mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen innovative Lösungen entwickelt. Die Lösungsentwicklung ist dabei primär kundengetrieben. Das Unternehmen kann sich so als stark kundenwertorientiertes Unternehmen präsentieren, welches nicht ausschließlich kostengetrieben gesteuert ist. Diese Botschaft kann bspw. in Kombination mit der grundlegenden Eigenschaft eines vertrauenswürdigen Familienbetriebs nach ersten qualitativen Schätzungen einen hohen Marketingeffekt erzielen.

- Erweiterung Dienstleistungsportfolio: Unter dem Label „Erweiterung Dienstleistungsportfolio“ wird die Entwicklung neuer Dienstleistungen aufgrund der neuen Informationslage verstanden. Dabei könnte ein Unternehmen die Daten aus der öffentlichen Cloud aggregieren, analysieren und verkaufsfähig aufbereiten. Die Erweiterung des Dienstleistungsportfolios bedingt jedoch eine Vielzahl an Hemmnissen, wie bspw. den Aufbau von Personalressourcen oder die Weiterbildung des Personals. Diese Hemmnisse sind durch die Unternehmen zwingend zu berücksichtigen und unternehmensindividuell im Rahmen einer Business-Case-Calulation zu bewerten. Für quantitativ bewertete Potenziale durch die Implementierung der entwickelten SCOCC-Lösung wird auf die Ergebnisse der Feldversuche der Projektpartner *TOP Mehrwert* und *Hellmann Worldwide Logistics* verwiesen.

5.4 Zusammenfassung und Implikationen für die Praxis

Die vorgestellten Szenarien sowie die aufgezeigten Potenziale können für Softwareentwickler und industrielle Logistikdienstleister als Blaupause für die eigene Entwicklung angesehen werden. Die grundsätzliche Funktionstüchtigkeit der Mechanik der SCOCC-Lösung ist durch die Feldversuche der Projektpartner *TOP Mehrwert* und *Hellmann Worldwide Logistics* bewiesen worden. Die Herausforderung besteht nun in der Integration der verfügbaren Technologie in wirtschaftliche Business-Cases.

6 Leitfaden für ein mehrstufiges Bestandsmanagement

6.1 Mehrstufiges Bestandsmanagement

In diesem Kapitel werden die bestehenden Methoden zur Optimierung des Bestandsmanagements beleuchtet und auf ihre Anwendbarkeit im mehrstufigen Bestandsmanagement untersucht. Diese Informationen sollen als Hilfestellung bei der Modellierung von mehrstufigen Bestandmanagementsystemen dienen.

Das Bestandsmanagement umfasst alle Handlungen und Entscheidungen, die die Lagerbestände beeinflussen, und bestimmt somit, zu welchem Zeitpunkt ein bestimmtes Produkt in einer konkreten Menge bereitgestellt werden sollte. Für eine exaktere Betrachtung muss zwischen dem einstufigen und dem mehrstufigen Bestandsmanagement unterschieden werden. Bei mehrstufigen Systemen wird die Versorgung nicht von einem einzigen Zentrallager, sondern durch mehrere hierarchisch strukturierte Zulieferer (Zentrallager, Regionallager usw.) vorgenommen. Daraus ergibt sich ein Distributionssystem, dessen Standorte durch Güter- und Informationsflüsse miteinander verbunden sind. Ein besonders relevanter Teilbereich des Bestandsmanagements ist das Ersatzteilgeschäft, da Bedarfe hier häufig sporadisch auftreten (ALICKE 2005), sodass weitere Kennzahlen zur Lageroptimierung berücksichtigt werden müssen.

Ziel des Bestandsmanagements ist die Minimierung der Bestandskosten bei gleichzeitiger Verringerung oder gar Vermeidung der mit Fehlmengen verbundenen Kosten (OTTWASKA 2008). Dieser Konflikt zwischen der Zieldimension „Lieferservice“, die die mengen-, termin- und qualitätsorientierte Verbesserung der Lieferfähigkeit und Lieferbereitschaft umfasst, und den Zieldimensionen „Kapitalbindung“ und „Bestandskosten“, die minimiert werden sollen, wird im Zielsystem der Disposition dargestellt (s. Bild 34).

Das Bestandsmanagement kann in die drei Prozessschritte *Bedarfsplanung*, *Beschaffungsplanung* und *Bestandsplanung* unterteilt werden. In der Bedarfsplanung

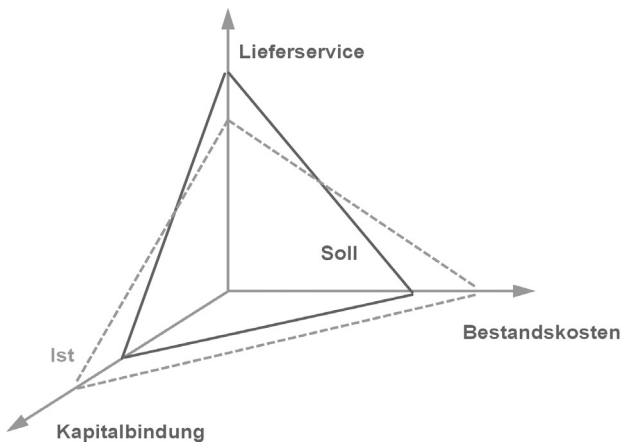


Bild 34: Zielsystem der Disposition

wird ein grundsätzlich realisierbares Beschaffungsprogramm erstellt, das sich bei produzierenden Unternehmen in Eigenfertigung und Fremdbezug gliedert und bei Handelsunternehmen nur aus Fremdbezug besteht. Die Bedarfsplanung bildet somit die Grundlage für die Beschaffungsplanung, die die kostenoptimale Bereitstellung aller in der Bedarfsplanung ermittelten Elemente in der richtigen Anzahl und zum richtigen Zeitpunkt beinhaltet. Die Bestandsplanung übernimmt die Bestimmung von Dispositionsstrategien und -parametern.

6.2 Einstufiges Bestandsmanagement

Das einstufige Bestandsmanagement beschreibt das im klassischen Sinne vorliegende Optimierungsproblem in Unternehmen. Das Hauptmerkmal ist eine zentral organisierte Distributionsstruktur. Das bedeutet, dass die gesamte Nachfrage von einem Standort aus gedeckt wird. Durch die so entstehenden hohen Transportkosten wird das einstufige Bestandsmanagement eher für große Gütermengen angewendet. Die zentrale Distributionsstruktur führt dazu, dass Ausgleichseffekte bei Kundenbestellungen besser genutzt werden können. Dadurch können Verbräuche und Allokationen besser geplant und Bestände reduziert werden (SEBASTIAN 2013). Folglich können die Fixkosten für das Lager gesenkt werden.

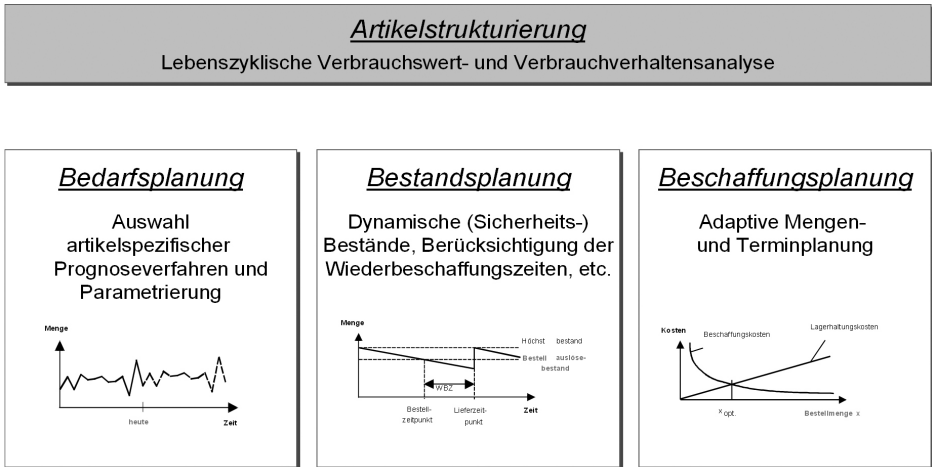


Bild 35: Übersicht über das Bestandsmanagement

	fixer Bestellrhythmus	variabler Bestellpunkt
fixe Bestellmenge		(s, Q)-Regel
variable Bestellmenge	(T, S)-Regel	(s, S)-Regel

Bild 36: Modelle der Lagerhaltung unter Unsicherheit

Beim einstufigen Bestandsmanagement sind, bedingt durch den beliebigen Bestellzeitpunkt und die meist konstanten Parameter, die wesentlichen Annahmen des „statischen Modells der klassischen Losgröße“ erfüllt (ARNOLD ET AL. 2002). Unter der Berücksichtigung stochastischer Einflussgrößen ergeben sich jedoch verschiedene Modelle der Lagerhaltung. Diese Modelle unterscheiden sich anhand der Bestellmenge und der Bestellauslösung. Je nach Modell wird durch sogenannte Dispositionsregeln festgelegt, zu welchem Zeitpunkt ein Beschaffungsvorgang in Abhängigkeit eines bestimmten Zeitintervalls oder eines Lagerbestands in einem bestimmten Lager ausgelöst wird. Zu den gängigsten Modellen zählen die (T, S)-, (s, Q)- und (s,S)-Regel (s. Bild 36).

Bei der (T, S)-Regel (teilweise auch (r, S)-Regel genannt) wird zu einem bestimmten Zeitpunkt eine variable Bestellmenge in Abhängigkeit der aktuellen Nachfrage ausgelöst. Dabei handelt es sich meistens um bestimmte Zeitintervalle (Wochen oder Monate). Die (s, Q)-Regel löst dagegen immer dieselbe Bestellmenge aus. Sie begegnet der Unsicherheit mit einem variablen Bestellrhythmus, der immer dann ausgelöst wird, wenn eine bestimmte kritische Menge des Lagerbestands unterschritten wird. Die Kombination beider Modelle ist die (s, S)-Regel, welche durch kontinuierliche Überwachung (z. B. täglich) und eine festgelegte Bestellgrenze eine variable Bestellmenge zum Zeitpunkt der Unterschreitung des kritischen Lagerbestands auslöst.

6.3 Mehrstufiges Bestandsmanagement

In den meisten heutigen Logistikketten wird das Konzept des mehrstufigen Bestandsmanagements verwendet. Die Komplexität ist signifikant höher als beim einstufigen System. Das zentrale Problem liegt wie beim einstufigen System in der Optimierung der Bestände und der Erhöhung des Servicelevels bei gleichzeitiger Verringerung der Kapitalbindung. Beim mehrstufigen System müssen jedoch zusätzlich verschiedene Bestände und Nachfragen betrachtet werden. Ein mehrstufiges Distributionssystem verfügt über verschiedene Lagerhierarchien, welche

Name	Beschreibung	Literatur
Material-Requirements-Planning (MRP)	Zerlegung der Produktionsplanung und -steuerung in Teilaspekte in Verbindung mit PPS-Systemen	Enterprise resource planning and supply (KURBEL 2013); Handbuch Logistik (ARNOLD ET AL. 2002)
Base-Stock-Konzept	Aufnahme globaler Informationen des gesamten Logistiksystems in die Disposition	Handbuch Logistik (ARNOLD ET AL. 2002)
Vendor-Managed-Inventory (VMI)	"Continuous Replenishment" Lieferant hat Zugriff auf Daten des Lagerbestands und der Nachfrage und übernimmt die Steuerung	Theorie, Anwendbarkeit und strategische Potenziale (KONRAD 2005), Vendor-managed inventory in the retail (WALLER ET AL. 2011)
Distribution-Requirements-Planning (DRP)	computergestützte Kombination von Vertrieb und Herstellung, basierend auf synthetischer Bedarfsermittlung	Handbuch Logistik (ARNOLD ET AL. 2002); Multi-Echelon-Inventory-Optimization (LEE 2003)
Multiple-Installation-Modell	mathematische Methode, um mit einer Kosten-Funktion mithilfe von Parametern (Vorlaufzeit, Beschaffungskosten...) die optimale Bestellmenge zu ermitteln	Approximate Solutions to a Simple Multi-Echelon Inventory Problem (CLARK U. SCARF 1962)
Runterbrechung auf mehrere einstufige Systeme	Betrachtung mehrerer einstufiger nachgelagerte Systeme, die mithilfe von "Distribution-Requirements-Planning" (DRP) optimiert werden	Multi-Echelon Inventory Optimization (LEE 2003)
The simulation optimisation approach	Kombination aus simulationsgebundener Optimierung mit einem geeigneten Tool Informationsaustausch durch internetbasierte Abfrage von Lagerpositionen durch den Lieferanten	Simulation-based optimisation of multi-echelon inventory (KÖCHEL U. NIELÄNDER 2005) A Multi-Echelon Inventory System (MOINZADEH 2002)
Two-Phase-Ant-Colony-Algorithm	Entwicklung eines "Zwei-Phasen-Ameisenkolonie-Algorithmus" zur Beseitigung von Produktionsausfällen und Optimierung der Distribution	A two-phase ant colony algorithm for multi-echelon defective supply chain network design (WANG 2007)
Buyer-Managed-Inventory (BMI)	"Continuous Replenishment" EDV-gestütztes Dispositionssystem, in dem der Händler ohne Einfluss des Herstellers den Bedarf an Produkten bestellt	Supply-Chain-Prozesse und Supply-Chain-Konzepte (HERTEL ET AL. 2011)
Co-Managed-Inventory (CMI)	"Continuous Replenishment" Hersteller und Händler übernehmen gemeinsam den Warenversorgungsprozess	Supply-Chain-Prozesse und Supply-Chain-Konzepte (HERTEL ET AL. 2011)
Efficient-Consumer-Response (ECR)	Schaffung von effizienten Strukturen in der Wertschöpfungskette und gezieltes Eingehen auf Kundenbedürfnisse in der Konsumgüterindustrie	Handbuch Logistik (ARNOLD ET AL. 2002); Distribution (BURLI U. FRIEBE 2008)
Efficient-Unit-Load (EUL)	Bildung von optimierten Ladungseinheiten	UNIT-repac: Durch intelligente Algorithmen weniger Luft versenden (LANGE ET AL. 2011; WINKLER 2005)
Radio-frequency-identification (RFID)	Echtzeitsteuerung von Objekten in der Logistikkette durch berührungslose Identifikation (Smart.NRW)	(HANSEN 2010; SPEE 2010; WILL 2010)
Joint-Forecasting	gemeinsame Prognose von Hersteller und Händler	Betriebswirtschaftslehre des Handels (BARTH ET AL. 2007)
Lead-Logistics-Provider	Logistikdienstleister zur Gesamtoptimierung der mehrstufigen Lieferkette (administrative Ressource)	Dynamik logistischer Systeme (SCHOLZ-REITER ET AL. 2008; PALLESTRANG 2010)

Bild 37: Übersicht bestehender Ansätze für das mehrstufige Bestandsmanagement

durch Güter- und Informationsflüsse miteinander verbunden sind. Dabei können auch unternehmensübergreifende Wertschöpfungsketten generiert werden. In einem solchen Netzwerk finden raum-zeitliche Gütertransformationsprozesse statt, die eine servicegerechte und effiziente Versorgung der Kunden anstreben (LEE 2003).

Anders als beim einstufigen Bestandsmanagement können die Materialflussbeziehungen und Berechnungen der Bestände sehr komplex und stufenübergreifend sein (ARNOLD ET AL. 2002). Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf einer sachgerechten Koordination der einzelnen Lager/Zwischenlager mithilfe eines entsprechenden Dispositionskonzepts. Die folgende Tabelle zeigt verschiedene bestehende Ansätze für ein mehrstufiges Bestandsmanagement.

Für ein erfolgreiches Bestandsmanagement und die damit verbundene kosteneffiziente Nutzung des Sicherheitsbestands in mehrstufigen Distributionsebenen müssen verschiedene Schlüsselfaktoren berücksichtigt und eingehalten werden.

Das Service-Level-Agreement ist eine gemeinsam erarbeitete Vereinbarung zwischen dem Dienstleister und dem Auftraggeber (s. VOSSIEK 2013). Sie definiert den qualitativen Rahmen für die zu erbringende Leistung und bestimmt den vorzuhaltenden Sicherheitsbestand. Im Falle von Logistikdienstleistern gehen solche Vereinbarungen von Lieferzeiten, Qualität, Gewinnbeteiligung bis hin zu Durchlaufzeiten (s. MAYER 2007). Somit wird eine messbare Größe der Dienstleistung geschaffen, was letztendlich unerlässlich für die Optimierung der eigenen Distributionsstrukturen ist. Um bei heterogenen Serviceleveln eine unnötig komplexe Lagerverwaltung und -struktur zu verhindern, sollten Vorort-Puffer aufgebaut werden (s. HEINMANN 2011).

Ein weiteres Merkmal von mehrstufigen Distributionsstrukturen ist das Prinzip des Risk-Poolings. Hierbei werden die verschiedenen und individuellen Nachfrage- und Lieferzeitschwankungen zu einer Gesamtschwankung zusammengefasst und über statistische Größen in Bezug auf die im Service-Level-Agreement festgelegten Zielgrößen ermittelt. Die Kenntnisse über die Variabilität entlang der Lieferkette bieten die Möglichkeit, Servicelevel einzuschätzen und ggf. zu erhöhen. Das Gesamtbestandsrisiko kann durch die Verlagerung von Sicherheitsbeständen zu Stufen mit geringen Gesamtschwankungen reduziert werden.

Der Lead-Time-Effekt tritt ebenfalls in mehrstufigen Distributionssystemen auf. Er beschreibt das Aufbauen von Puffern in nachgelagerten Stufen, um die Reaktionszeit zum Kunden zu verkürzen.

Der gegenteilige Effekt kann bei den für die Produktion benötigten Ressourcen beobachtet werden. Der Value-Effekt beschreibt die Verlagerung von Produkten in vorgelagerte Stufen, um dadurch das gebundene Kapital, welches durch die Bearbeitung von Produkten in einer Supply-Chain steigt, gering zu halten.

Die Analyse der bestehenden Konzepte und die Identifizierung von Herausforderungen im mehrstufigen Bestandsmanagement wurden mit *ZITEC* validiert. Darauf aufbauend wurden gemeinsam Planungskonzepte und Handlungsalternativen erarbeitet.

C Integriertes Modell für das echtzeitfähige Risikomanagement in Logistiknetzwerken

1 Systemziele des echtzeitfähigen Risikomanagementsystems

1.1 Strategisches Zielsystem

Zur Vorbereitung einer zweckmäßigen Modellierung werden in AP 3.1 die grundlegenden Ziele einer Unternehmung in den Kontext des vorliegenden Untersuchungszusammenhangs gestellt. In der betriebs- und ingenieurwissenschaftlichen Literatur finden sich zahlreiche Beiträge zu allgemeinen Unternehmenszielen sowie daraus abgeleiteten Ziel- und Kennzahlensystemen. Daher wird das für den konkreten Anwendungszusammenhang dieser Untersuchung erforderliche Zielsystem vorwiegend aus bestehenden Ansätzen synthetisiert. Für jede wirtschaftlich agierende Unternehmung steht die langfristige Gewinnmaximierung im Zentrum ihres Wirkens. Gemäß dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit besteht somit die Hauptaufgabe eines Unternehmens darin, durch seine Aktivitäten einen Mehrwert für seine Eigentümer zu erwirtschaften. Diese Aktivitäten müssen daher stetig durch geeignete Kennzahlen kontrolliert werden. Kennzahlen können jedoch in unbegrenztem Umfang gebildet werden, deshalb kommt es oft zur Erzeugung einer „Kennzahlen-Inflation“ (SCHÖNSLEBEN 2004). Daher ist bei der Bildung des Kennzahlensystems auf die Bildung von quantifizierbaren Oberzielen (Spitzenkennzahlen) zu achten, aus denen operationale Zwischen- und Unterziele für die jeweiligen Entscheidungsträger abgeleitet werden können. Eine Spitzenkennzahl des Kennzahlensystems für die Produktion nach VDI 4400 ist beispielsweise die logistische Effizienz.

Für die Entwicklung des Zielsystems im Rahmen dieses Forschungsprojekts wurden daher die erhobenen Kennzahlen aus dem Arbeitspaket 2 herangezogen (je Anwendungspartner 20 Kennzahlen). Zu jeder dieser Kennzahlen sind Definitionen, Messpunkte, Datenquellen und Berechnungsvorschriften verfügbar. Als weitere Basis für das Zielsystem wurde das allgemeine Oberziel *Logistikeffizienz* sowie die Zwischenziele *Logistikkosten* und *Logistikleistung* nach VDI 4400 herangezogen (s. Bild 38, S. 60). Die ursprüngliche Ebene der Unterziele wurde dabei um die im Projekt definierten Unterziele wie Agilität, ökologische Nachhaltigkeit, Multimodalität etc. ergänzt. Jedem dieser Unterziele wurden die anwendungspartnerspezifischen Kennzahlen zugeordnet. Anhand der Kennzahlen wurden wiederum die Unterziele den Zwischenzielen Logistikkosten und Logistikleistung zugeordnet, wobei eine eindeutige Zuordnung nicht immer möglich war. Zudem wurden durch die Anwendungspartner den Kennzahlen Maßnahmen zur Verbesserung von deren Ausprägung zugeordnet.



Bild 38: Logistikeffizienz

Des Weiteren wurde über alle Ziel- und Kennzahlenebenen eine qualitative Wirkungsbewertung durchgeführt, um die positive bzw. negative Korrelation zwischen den einzelnen Kennzahlen und deren übergeordneter Zielebene darzustellen. Auf diese Vorarbeit wird in Arbeitspaket 3.3 aufgebaut, im Rahmen dessen die Störungsauswirkungen auf das Ziel- bzw. Kennzahlensystem quantitativ bewertet werden (s. Bild 39 und Bild 40).

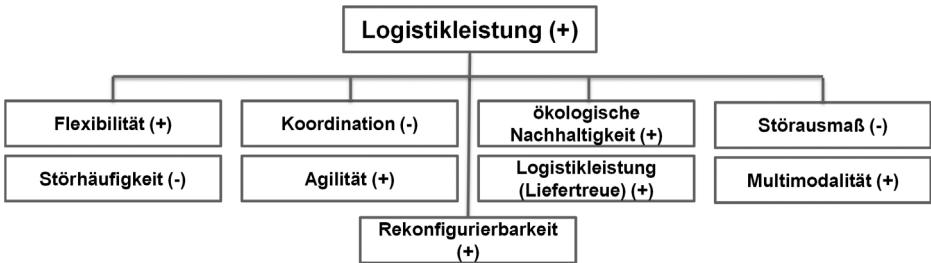


Bild 39: Logistikleistung mit dem Zielsystem

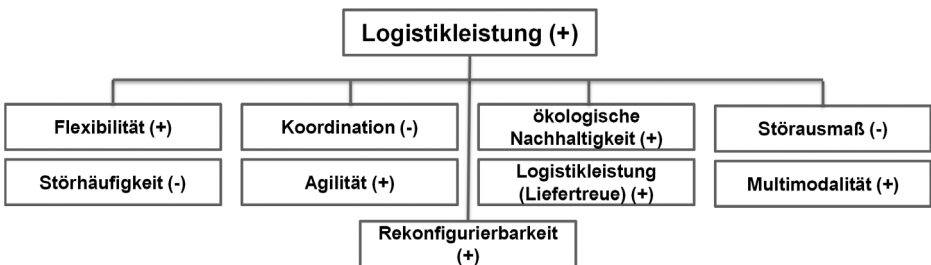


Bild 40: Logistikleistung mit dem Kennzahlensystem

Das Ergebnis von AP 3.1 ist somit ein auf VDI 4400 basierendes erweitertes Ziel- und Kennzahlensystem, welches auf unterster Kennzahlenebene die projektspezifischen Kennzahlen der Anwendungspartner sowie deren Wirkungsbeziehung hinsichtlich des Gesamtsystems abbildet. Somit kann je nach Unternehmenstyp ein geeignetes Partialsystem abgeleitet werden.

1.2 Operative Zielgrößen des Störungsmanagements

Das bisher aufgestellte Zielsystem bewertet das Störungsmanagement aus einer strategischen Sichtweise. Folglich müssen für ein reaktives Störungsmanagement auch Zielgrößen auf operativer Ebene definiert werden.

SCHUH U. STICH betrachten drei Zielgrößen: *Bestandskosten*, *Kapitalbindung* und *Lieferservice*. Die *Kapitalbindung* ist Teil der Opportunitätskosten, welche durch die Bindung liquider Mittel in Unternehmensvorräten dadurch entstehen, dass diese Mittel nicht am Finanzmarkt angelegt werden können. *Lagerkosten* resultieren aus der örtlichen Bindung von Material ohne wertschöpfende Weiterverarbeitung. Dabei fallen durch die Aufbewahrung Kosten an. *Lieferservice* bewertet die Liefertermintreue eines Unternehmens, definiert durch die Lieferterminabweichung vom vereinbarten zum tatsächlichen Liefertermin (SCHUH U. STICH 2012). Im Gegensatz zur Kapitalbindung und den Lagerkosten bewertet der Lieferservicegrad die Supply-Chain aus leistungsseitiger Sicht. Zu beachten ist, dass die einzelnen Zielgrößen in einem stetigen Zielkonflikt stehen (STICH 2004).

FISCHÄDER fasst *Lagerkosten* und *Kosten durch Kapitalbindung* zu einer Zielgröße *Bestandskosten* zusammen und betrachtet als weitere kostenseitige Zielgrößen Produktions- und Lieferrückstandskosten. Produktionskosten entstehen durch die wertschöpfende Verarbeitung von Produkten. Übertragen auf Logistikprozesse entstehen äquivalente Kosten durch Planung und Durchführung des Transports, sodass hier von Prozesskosten gesprochen werden kann. Lieferrückstandskosten sind in Abhängigkeit von der Lieferterminabweichung zu bewerten. Hierbei entstehen bei Abweichungen vom vereinbarten Lieferzeitpunkt Strafkosten in Form erhöhter Lieferkosten durch Nutzung alternativer Verkehrsmittel oder Konventionalstrafen. Dadurch haben Lieferrückstandskosten Opportunitätskostencharakter (FISCHÄDER 2007).

Auf operativer Ebene wird nun das folgende Zielsystem, unterteilt in Logistikleistung (abhängig von der Lieferterminabweichung) und Logistikkosten (abhängig von Bestands-, Prozess- und Lieferrückstandskosten), erstellt.

2 Klassifikation und Modellierung von Störungen und Entstörungsmaßnahmen

2.1 Modellierung von Stöerauswirkungen

2.1.1 Modellierung von Ereignissen

Um die Stöerauswirkungen in logistischen Netzwerken zu identifizieren und qualitativ zu beschreiben, wird ein Modell von Stöerauswirkungen zur Modellierung von Ereignissen (Forecasts und Ex-Post-Betrachtung von Ereignissen der Logistiknetzwerke, direkte Ereignisse, indirekte Ereignisse) entwickelt. Störungen werden als Muster von Ereignissen, also logische Kombination von einfachen Ereignissen, basierend auf dem zeitlichen und räumlichen Auftreten, abgeleitet und klassifiziert, um diese anschließend in einem qualitativen Wirkkettenmodell zusammenzuführen.

Aufgrund der Möglichkeit von unterschiedlichen Arten der Wirkungsbeziehungen, welche die Kategorien und Ereignisse zueinander haben können, wurde ein UML-Klassendiagramm zur Darstellung der Ereignisse und deren Beziehungen zueinander gewählt. Dieses Diagramm wird durch die am häufigsten benutzte Beziehung der Generalisierung in logische und übersichtliche Ebenen gegliedert, die immer spezieller werden und somit das Diagramm strukturieren. Darüber hinaus sind in den jeweiligen Klassen die Attribute, welche die Ereignisse definieren bzw. zeigen, wie diese zu messen oder darzustellen sind, direkt ersichtlich.

Beinhalten alle Ereignisse einer Kategorie oder alle Kategorien einer Ebene das gleiche Attribut, wird das Attribut in der Ebene darüber festgehalten. Die oberste Ebene beinhaltet nur das theoretische „Ereignis“ (s. Bild 41).

Jedes Ereignis wird durch die *Eintrittswahrscheinlichkeit*, den *Ort* und die voraussichtliche *Dauer* des Ereignisses definiert, diese Attribute werden in der jeweiligen Ebene festgehalten. Aufgrund der Übersichtlichkeit wurden diese



Bild 41: Ereignis

Attribute in den folgenden Bildern nicht erneut genannt, sondern gelten adäquat durch die Verknüpfung.

Störereignisse lassen sich grob auf die vier Kategorien „Umwelt“, „Verkehr“, „Politisch“ und „Prozess“ aufteilen, welche die zweite Ebene des Diagramms bilden. In der dritten Ebene finden sich weitere Spezialisierungen (s. Bild 42), um die Störungen weiter zu spezifizieren. Die Kategorie „Umwelt“ wird weiter aufgeteilt in „Unwetter“ und „Naturereignisse“, Verkehrsereignisse finden auf der „Straße“, den „Schienen“, dem „Wasser“ oder im „Luftraum“ statt. Politische Ereignisse lassen sich in „Angriffe“, „Unruhen“ und „Zoll“ gliedern, während Störereignisse im „Prozess“ die „Beladung“, den „Transport“ oder das „Material“ betreffen.

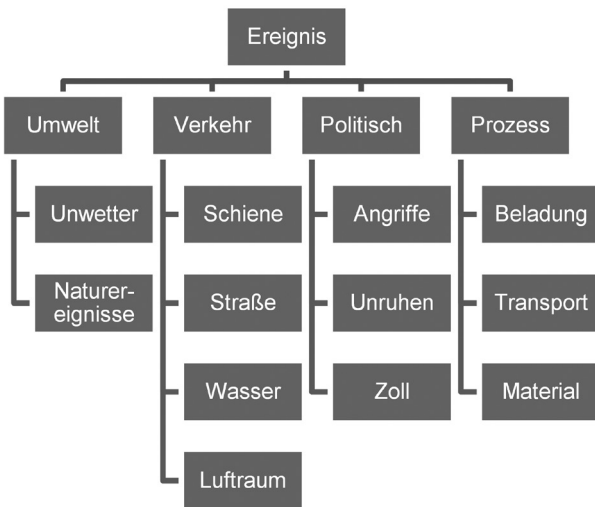


Bild 42: Spezialisierung von Ereignissen

Umwelt

Unter dem Begriff „Umwelt“ (s. Bild 43, S. 64) wurden sechs Ereignisse zusammengefasst, die allerdings keine gemeinsamen Attribute besitzen. Die Ereignisse dieser Kategorie können dazu führen, dass der Transportweg nur teilweise oder gar nicht mehr passierbar ist oder die Geschwindigkeit reduziert werden muss.

- **Unwetter:** „Unwetter“ beinhaltet die Ereignisse „Sturm/Orkan“, „Starkregen/Gewitter“, „Nebel“ und „Starkschneefall/Glatteisregen“. Die Richtung ist hier ein übergreifendes Attribut aller Störereignisse.
 - Sturm/Orkan: Als zusätzliche Eigenschaft wird die Stärke auf der Beaufort-Skala übernommen.
 - Starkregen/Gewitter: Eine zusätzliche Eigenschaft ist die Niederschlagsmenge in mm.
 - Starkschneefall/Glatteisregen: Als zusätzliches Attribut wird die Niederschlagsmenge in mm und die Glätteart übernommen.
 - Nebel: Keine weiteren Attribute
- **Naturereignis:** Die Ereignisse „Wald- und Heidebrände“ und „Seismische Ereignisse“ werden unter „Naturereignisse“ zusammengefasst. Als gemeinsames Attribut gelten die Schäden an der Infrastruktur.
 - Seismisches Ereignis: Ein weiteres Attribut hier ist die Stärke auf der Erdbebenskala
 - Wald- und Heidebrände: Keine weiteren Attribute

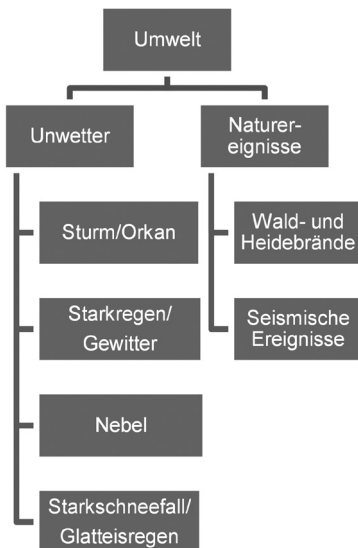


Bild 43: Umwelt

Verkehr

Elf Ereignisse betreffen die Kategorie „Verkehr“ (s. Bild 44, S. 66). Die Kategorien der dritten Ebene sind hier „Straße“, „Schiene“, „Wasser“ und „Luftraum“ und als gemeinsames Attribut aller elf Ereignisse wird die Verspätung bzw. die Zeit, die benötigt wird, um Ersatz bereitzustellen, aufgenommen.

- **Straße:** Störereignisse auf der Straße sind ein „Stau“, „Baustellen“, „Unfälle“, „Vollsperrungen“ und „Teilsperungen“. Eine Eigenschaft, die alle Ereignisse beschreibt ist der Streckenabschnitt. Da eine Baustelle oder ein Unfall, es sei denn der Transporter ist selbst in einen Unfall involviert, nur relevant sind, wenn sie einen Stau oder eine Voll- oder Teilsperung verursachen, werden nur diese drei Ereignisse mit weiteren Attributen beschrieben.
 - Stau und Vollsperrung: Ein zusätzliches Attribut ist eine mögliche Umleitung.
 - Teilsperung: Als zusätzliche Attribute werden die Anzahl der gesperrten Spuren und die Geschwindigkeitsbegrenzung aufgenommen. Die mögliche Umleitung kann auch hier übernommen werden, sollte diese zu einer Zeitersparnis führen.
- **Schiene:** Beim Transport auf Schienen kann es zu „Störungen am Bahnübergang, Fahrzeug oder Infrastruktur“ sowie zu „Bahnhofssperrungen“ kommen.
 - Störung an Bahnübergang/Fahrzeug/Infrastruktur: Wichtig für die Beschreibung ist hier der Streckenabschnitt und die Ursache. Sollte das Fahrzeug nicht betroffen sein, kommt noch eine Umleitung dazu.
 - Bahnhofssperrung: Hier ist lediglich die Ursache ein zusätzliches Attribut.
- **Wasser:** Zu Verzögerungen beim Transport auf dem Wasser können, „Hoch- bzw. Niedrigwasser“, „Eis“ und „Hafensperrungen“ führen. Ein übergreifendes Attribut gibt es hier nicht.
 - Hoch-/Niedrigwasser: Als zusätzliche definierende Eigenschaften wurden der Streckenabschnitt, eventuelle Unwetterwarnungen und der Wasserstand aufgenommen.
 - Eis: Das einzige zusätzliche Attribut ist der Streckenabschnitt.
 - Hafensperrung: Wichtig für die vollständige Erfassung ist zusätzlich nur die Ursache.
- **Luftraum:** Als mögliches Ereignis im „Luftraum“ wurde nur die „Flughafensperrung“ aufgenommen. Auch hier ist die Ursache das einzige Attribut.

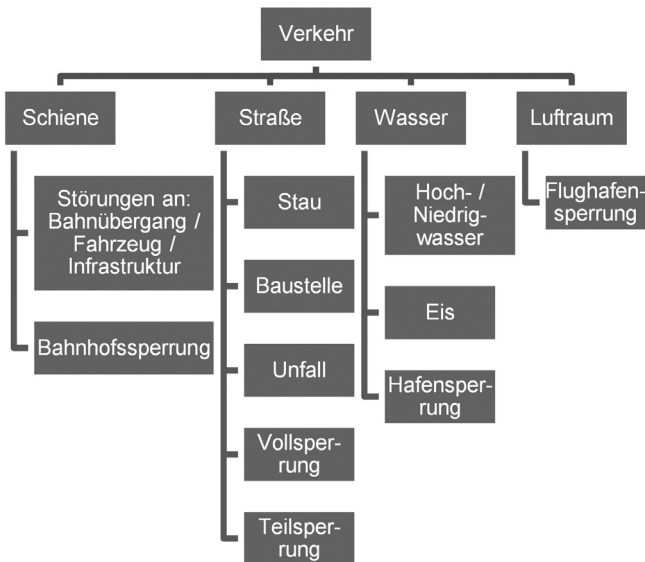


Bild 44: Verkehr

Politisch

In die Kategorie „Politisch“ (s. Bild 45, S. 67) wurden neun Ereignisse aufgenommen und in „Angriffe“, „Unruhen“ und „Zoll“ aufgegliedert. Störauswirkungen dieser Ereignisse sind die Transportverzögerung oder eine Routenänderung, weswegen als gemeinsame Attribute eine mögliche *Umleitung* und die Ursache aufgenommen wurden.

- **Angriff:** „Terrorismus“, „Sabotage“ und „Piraterie“ sind die Ereignisse, die unter „Angriff“ zusammengefasst werden, da bei Eintritt gezielt und beabsichtigt das Transportmedium attackiert wird. Die beschreibenden Eigenschaften gelten hier für alle drei Ereignisse und sind die Schäden und der Verursacher.
- **Unruhe:** Als „Unruhen“ gelten die Ereignisse „Krieg“, „politische bzw. soziale Unruhen“, „Revolution“ und „Streik“. Bei den Ereignissen wird der Transport nicht gezielt attackiert, sondern durch deren Nebeneffekte zu einer Routenänderung oder einer langsameren Geschwindigkeit gezwungen. Gemeinsames Attribut ist der *Verursacher*.

- Krieg/politische bzw. soziale Unruhen/Revolution: Als zusätzliches Attribut wurde bei allen drei Ereignissen die entstandenen Schäden aufgenommen.
- Streik: Eine weitere beschreibende Eigenschaft des Streiks ist der *Verhandlungsstand*.
- **Zoll:** Ein „temporäres Durchfuhr- und Transportverbot“ und „langwierige Zollabwicklungen“ können zu Verzögerungen beim Zoll führen. Keines der Ereignisse besitzt weitere definierende Eigenschaften.



Bild 45: Politisch

Prozess

Unter dem Begriff „Prozess“ (s. Bild 46, S. 78) wurden sechs Ereignisse aufgenommen, die sich auf die „Beladung“, den „Transport“ und das „Material“ aufteilen. Menschliches oder technisches Versagen führt zu fehlerhaften Abläufen im Prozess und somit zu Verzögerungen. Übergreifende Eigenschaften sind die *Ursache* und die aus dem Fehler resultierende *Verspätung* bzw. bei nicht zu behebbenden technischen Fehlern der Ersatz.

- **Beladung:** Störereignisse bei der „Beladung“ sind der „Ausfall von Be- und Entladehilfsmitteln“, die „Fehlverladung“ und der „Kommissionierfehler“. Gemeinsame beschreibende Eigenschaft ist die Frage, ob der *Transport ohne Ersatz noch* möglich ist.
 - Ausfall von Be- und Entladehilfsmitteln: Als zusätzliches Attribut wird die Möglichkeit einer *Reparatur* oder eines *Ersatzes* aufgenommen.
 - Kommissionierfehler: Um den „Kommissionierfehler“ vollständig zu erfassen, benötigt man den *Mitarbeiter*, welcher den Fehler verursacht hat, sowie die betroffene Ware.
 - Fehlverladung: Keine weiteren Attribute.
- **Transport:** In dieser Kategorie werden die Ereignisse „Ausfall oder Mangel an Transportmitteln“ oder eine „Fehlansfahrt“ zusammengefasst. Auch hier ist die *Möglichkeit der Transportdurchführung* ein gemeinsames Attribut.
 - Ausfall bzw. Mangel an Transportmitteln: Für den Fall des Ausfalls ist nur die Möglichkeit einer Reparatur als Attribut relevant.
 - Fehlansfahrt: Hierbei ist der *richtige* Weg die zusätzliche beschreibende Eigenschaft.
- **Material:** Das Material betreffend, wurde nur das Ereignis „beschädigtes Material oder abweichende Auftragsmengen“ übernommen. Wichtig für

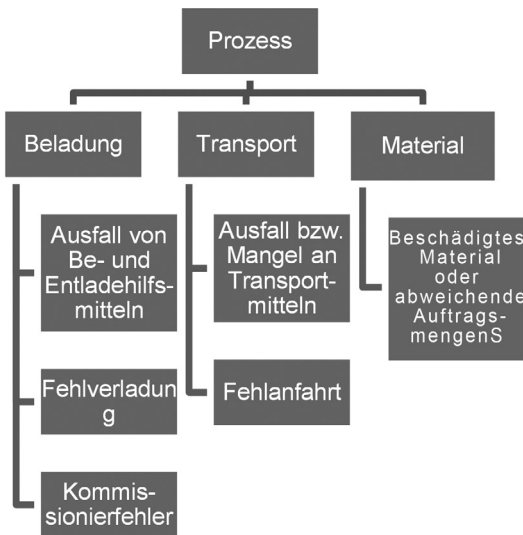


Bild 46: Prozess

die Beschreibung sind das betroffene *Material* und die *beschädigte oder abweichende Menge*.

Für eine Störung können immer mehrere Ereignisse verantwortlich sein. Ein verspäteter Transport ist also nicht zwingend nur auf eine Teilspernung einer Autobahn zurückzuführen, sondern kann darüber hinaus auch einen Streik und eine Fehlverladung als weitere Ursache haben.

Jedes Attribut wird in einer passenden Einheit angegeben. Verspätungen werden grundsätzlich in Zeiteinheiten angegeben und bei dem Rückschluss auf Strecken oder Gebiete bezieht sich dies auf Streckenabschnitte oder Gebiete. Sofern vorhanden, benutzt man entsprechende festgelegte und standardisierte Skalen, z. B. die Beaufort-Skala bei der Windstärke. Mengen werden z. B. in Liter oder Kilogramm angegeben.

Sind mehrere Ereignisse für eine Störung verantwortlich, überlagert sich die Störauswirkung. Diese Überlagerung setzt sich mathematisch nicht aus den Auswirkungen der Teilereignisse zusammen, sondern die Auswirkung muss neu bestimmt werden. Beispiele dazu finden sich im Straßenverkehr, z. B. durch eine Fahrt durch Starkregen während des Berufsverkehrs. Starkregen der Stufe 2 alleine führt zu einer Höchstgeschwindigkeitsreduktion von 40 Prozent und Fahrten zwischen 16:00 und 19:00 Uhr im Umkreis von Großstädten zu einer Reduktion von 30 Prozent. Treten beide Ereignisse zusammen auf, kann sich diese Reduktion auf 55 Prozent erhöhen und damit die Störauswirkung verstärken.

Ein weiteres Szenario ist die Kombination von Nebel mit dem geopolitischen Ereignis Ferienanfang in einem Bundesland. Die Geschwindigkeit ist bei Nebel der Stufe 2 auf 50 km/h begrenzt und das erhöhte Verkehrsaufkommen durch den Ferienanfang führt zu einer weiteren Reduktion von 20 Prozent. Beide Effekte überlagern sich auch hier und führen zu einer verstärkten Störauswirkung. Im Feldtest wurden die angenommenen prozentualen Reduktionen erprobt und angepasst. Weitere Regeln können aus fortlaufenden Erfahrungen abgeleitet und in die Software überführt werden.

2.1.2 Ableitung und Klassifizierung von Störungen

Komplexe Ereignisse sind Ereignisse, die sich durch Verknüpfung einfacher Ereignisse ergeben, und basieren auf den recherchierten und gemeinsam mit den Praxispartnern validierten Ereignissen in der Transportlogistik. Die Zielsetzung bei der Verknüpfung zu komplexen Ereignissen lautet, Auswirkungen auf einzelne Transporte zu identifizieren.

Komplexe Ereignisse werden im Folgenden als Störungen bezeichnet. Hierbei referenziert eine Störung immer auf einen Transportauftrag und ist immer mit dem für den Transportauftrag gewählten Pfad im zugrunde liegenden Transportnetz verbunden.

Insgesamt wurden drei archetypische Störungen identifiziert:

1. Transportverzögerung auf einer Supply-Chain-Relation
2. Ausfall einer für den Transport beschädigten Ressource
3. Zerstörung/Beschädigung des transportierten Gutes

Ein Knoten beschreibt im Folgenden einen Umschlagspunkt innerhalb der Supply-Chain (SC), welcher alle elementaren und materialflusstechnischen Funktionen, wie z. B. das Be- und Entladen, beinhalten kann. Dementsprechend kann ein Knoten ein Lager, von dem das Gut in die SC gelangt, ein Umschlagspunkt während der Lieferung oder auch das endgültige Ziel sein.

Eine Verbindung zwischen zwei Knoten wird als Kante bezeichnet; hierbei handelt es sich bei einer Kante um einen Transportprozess, der zwischen zwei Knoten geschieht. Das kann der Transport vom Lager zum LKW sein. Der Zusammenhang ist beispielhaft in Bild 47 dargestellt. Die Kreise 1 und 2 stehen hierbei für Knoten, während die Verbindungslinie $\{1,2\}$ zwischen den beiden Knoten eine Kante darstellt.



Bild 47: Pfad im logistischen Netz

Des Weiteren führen die drei oben genannten Störungstypen zu den folgenden beiden Störungswirkungen im logistischen Netzwerk:

1. Ankunftsverzögerung eines Transports an einem SC-Knoten
2. Abfahrtsverzögerung eines Transports an einem SC-Knoten

Die folgenden Abschnitte beschreiben die hier genannten Störungen und deren Wirkungen.

Transportverzögerung auf einer SC-Relation

Die Transportverzögerung auf einer SC-Relation ist eine zeitliche Verzögerung auf einer Kante, also eine Verzögerung während eines Transportvorgangs zwischen zwei Knoten. Es liegt also eine Differenz zwischen der geplanten Soll-Zeit und der tatsächlichen Ist-Zeit der Kante vor.

Dieser Fehler kann erkannt werden, wenn alle SC-Knoten die relevanten zeitlichen Informationen erhalten. Die zeitlichen Informationen sollten entweder in Form von Planzeiten, welche die geplante Ankunft und Abfahrt beschreiben, oder in Form von Planzeitfenster, welche den frühesten und spätesten Zeitpunkt beschreiben, vorliegen.

Ausfall einer für den Transport benötigten Ressource

Der Ausfall einer für den Transport benötigten Ressource stellt eine der möglichen Störungen dar und führt automatisch zu einer Verzögerung auf der SC, sofern kein Ersatz für die kritische Ressource gefunden werden kann.

Hierbei kann dies jede Art von Ressource betreffen, z. B. ein Transportmittel, also einen LKW oder Gabelstapler, oder eine menschliche Ressource, wie z. B. den LKW-Fahrer, der in der SC direkten oder indirekten Einfluss auf den Transportprozess hat.

Zerstörung/Beschädigung des transportierten Guts

Bei der Zerstörung bzw. Beschädigung des transportierten Guts wird das Gut während des Transports derart beschädigt, dass es nicht mehr den vereinbarten Eigenschaften entspricht und i. d. R. seine Funktion nicht mehr wie erwartet erfüllen kann.

Die Beschädigung des Guts, die beispielsweise durch einen Verkehrsunfall, bei dem die Ladung des LKWs zu Schaden kommt, entstehen kann, geschieht dabei an einem Punkt in der SC. Aufgrund der Unmöglichkeit werden dadurch alle nachgelagerten, dieses Gut betreffenden Transportaktivitäten zum Kunden beendet.

Kommt es zu einer Störung dieser Art, so wird die Lieferung automatisch unmöglich. Mit Ausnahme des Falles eines speziellen Guts ist eine Ersatzlieferung möglich, was allerdings in jedem Fall mit einer Verzögerung verbunden ist.

Ankunftsverzögerung eines Transports an einem SC-Knoten

Die Ankunftsverzögerung eines Transports an einem SC-Knoten stellt eine Abweichung von der geplanten ETA (*estimated time of arrival*) dar. Es liegt eine Differenz zwischen der geplanten Soll-Zeit und der tatsächlichen Ist-Zeit vor, bei welcher der Transport nach der geplanten Soll-Zeit ankommt.

Dieser Fehler kann erkannt werden, wenn alle SC-Knoten die relevanten zeitlichen Informationen erhalten. Die zeitlichen Informationen sollten entweder in Form von Planzeiten, welche die geplante Ankunft und Abfahrt beschreiben, oder in Form von Planzeitfenstern, welche den frühesten und spätesten Zeitpunkt beschreiben, vorliegen.

Abfahrtsverzögerung eines Transports an einem SC-Knoten

Die Abfahrtsverzögerung eines Transports an einem SC-Knoten stellt eine Abweichung von der geplanten Abfahrtszeit dar. Dabei beginnt der Transportvorgang, also der Übergang vom Knoten hin zur Kante, mit einer zeitlichen Verzögerung.

Wenn alle SC-Knoten die relevanten zeitlichen Informationen erhalten, kann dieser Fehler erkannt werden. Die zeitlichen Informationen sollten entweder in Form von Planzeiten, welche die geplante Ankunft und Abfahrt beschreiben oder in Form von Planzeitfenster, welche den frühesten und spätesten Zeitpunkt beschreiben, vorliegen.

2.1.3 Wirkkettenmodell

In den Abschnitten zuvor wurden sowohl ein strategisches sowie operatives Zielsystem erstellt, als auch die Störereignisse kategorisiert und gegliedert. Das Wirkkettenmodell soll dabei als Verbindungsglied zwischen Zielsystem und Störereignis fungieren. Dafür ist ein ereignisorientierter Netzplan des Logistiksystems vom Typ PERT (*Programm Evaluation and Review Technique*) hinterlegt. Jede Aufgabe im Logistikprozess wird durch einen Knoten im Netzplan repräsentiert. In diesen Knoten sind jeweils die frühesten und spätesten Start- und Endzeitpunkte sowie die erwartete Ausführungsdauer und die Pufferzeit hinterlegt. Die Ausführungsdauer ist dabei nicht deterministisch hinterlegt, sondern stochastisch zu ermitteln, wobei die β -Verteilung als Wahrscheinlichkeitsverteilung hinterlegt wird. Die erwartete Ausführungsdauer für Vorgang i berechnet sich wie folgt:

Hierbei ist $t_{o,i}$ die optimistische Dauer, welche die kürzestmögliche Zeit zur Ausführung des Vorgangs i unter besonders günstigen Bedingungen darstellt. $t_{w,i}$ stellt die unter normalen Bedingungen benötigte wahrscheinlichste Zeit und $t_{p,i}$ die bei besonders ungünstigen Bedingungen auftretende pessimistische Zeitdauer dar.

$$t_{\mu,i} = \frac{t_{o,i} + 4t_{w,i} + t_{p,i}}{6}$$

Bild 48: Berechnung der Ausführungsdauer

2.2 Modellierung Entstörungsmaßnahmen

Um alle möglichen Strategien und Maßnahmen zur Störungsbehebung (Entstörungsmaßnahmen) zu identifizieren und somit die Zielsetzung des vierten Teilarbeitspakets zu erreichen, wurden die Ergebnisse der Anforderungserhebung sowie aus den Arbeiten in Arbeitspaket 2.1 herangezogen.

Der Fokus der Arbeiten im AP 3.4 lag also auf der Systematisierung der Entstörungsmaßnahmen und Überführung in ein geeignetes Modell. Zunächst wurden die gesammelten Entstörungsmaßnahmen den definierten Störungen zugeordnet und zusätzlich entsprechend dem Aktivitätsniveau in *proaktive* und *reaktive Maßnahmen* unterteilt. Die Planungs- und Steuerungsebene der jeweiligen Entstörungsmaßnahme wurde als weiteres Klassifizierungsmerkmal festgelegt.

In den folgenden Modelltabellen werden die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt:

Störungstyp	Störungs- beschreibung	Entstörungs- maßnahme	Aktivitätsniveau		
			proaktiv	reaktiv	
			Planungs- und Steuerungsebene		
			taktisch	operativ	taktisch
Transport verzögert	Verzögerung im Transport	dauerhafte Störungen berücksichtigen	x		
		proaktive Kundeninformation		x	
		Tourenplanung unter Verwendung aktueller Verkehrsdaten	x		
		Umgehen der Störung	x		

Bild 50: Entstörungsmaßnahmen bei Transportvorgängen

Störungstyp	Störungs- beschreibung	Entstörungs- maßnahme	Aktivitätsniveau			
			proaktiv	reaktiv		
			Planungs- und Steuerungsebene			
			taktisch	operativ	taktisch	
Zerstörung	beschädigte Container	Einführung von Transportoptimierungs- maßnahmen	x			
	defekte Ware	Einführung von Transportoptimierungs- maßnahmen	x			
	falsche Ware	Auftragsdaten prüfen			x	
		Avisierung			x	
		Datenqualität erhöhen	x			
		Routine-Prüfung der Datenerfassung			x	
	Fehllieferung	Auftragsdaten prüfen			x	
		Avisierung			x	
		Datenqualität erhöhen	x			
		Routine-Prüfung der Datenerfassung			x	

Bild 51: Entstörungsmaßnahmen bei Zerstörung/Beschädigung des transportierten Guts

Störungstyp	Störungs- beschreibung	Entstörungs- maßnahme	Aktivitätsniveau		
			proaktiv	reaktiv	
			Planungs- taktisch	Planungs- und Steuerungsebene operativ	taktisch
Ressource nicht verfügbar	Änderung des Auftrags notwendig	dynamische Bestandsplanung	x		
		Kommunikation von Veränderungen	x		
		mehrstufige Bestandsplanung	x		
	dco hat keine freien Ressourcen	Auftragsdaten prüfen		x	
		Datenqualität erhöhen	x		
		Routineprüfung der Datenerfassung		x	
		Vertragsstrafen Spediteur/KEP	x		
	falsche Verpackung	Ware unverpacken		x	
	Ladung übersteigt Container- größe	alternativen Laderaum suchen		x	
	Mengendifferenz	Datenqualität erhöhen	x		
	Position im Lager nicht verfügbar	Analyse	x		
		Auftragsdaten prüfen		x	
		Avisierung		x	
		Jobrotation	x		
		mehrstufige Bestandsplanung	x		
		Sichtbetrieb	x		
	Ressource <i>Spediteur</i> steht nicht zur Verfügung	Auftragsdaten prüfen		x	
		Datenqualität erhöhen	x		
		Routineprüfung der Datenerfassung		x	
		Vertragsstrafen Spediteur/KEP	x		
	technische Probleme oder personelle Engpässe	Einführung von einheitlichen Systemen	x		
		Fließgeschwindigkeit von Informationen erhöhen	x		
		Mitarbeiterschulungen	x		
		proaktive Kundeninformation		x	
		Proaktivität der IT-Systeme	x		
		Standardisierung	x		
	Transportschaden	Anpassung Verpackung			x
Container-Packung optimieren		x			
unzureichender Informations- fluss	Fließgeschwindigkeit von Informationen erhöhen	x			
	Schulung der Call-Manager und Administratoren	x			
Verzögerung bei Import- Verzollung	Softwarelösungen für die elektronische Zollabwicklung	x			
zu wenig Ware, um Container zu füllen	alternativen Produktionsweg anbieten		x		

Bild 52: Entstörungsmaßnahmen bei Nichtverfügbarkeit benötigter Ressourcen

3 Quantifizierung von Störungsauswirkungen und Entstörungsmaßnahmen

Grundlage des effizienten Managements von logistischen Netzwerken ist ein tiefgreifendes Verständnis der oft hochkomplexen Wirkungszusammenhänge unzähliger Systembestandteile. Sind geringstufige Netzwerke mit wenigen Partnern oft noch relativ leicht zu beherrschen, so steigt die Komplexität mit jeder zunehmenden Wertschöpfungsstufe und jedem zusätzlichen Unternehmen nahezu exponentiell (s. MEIER U. HANENKAMP 2002, S. 127). Die Zusammenhänge des Handelns einzelner Unternehmen im Netzwerk sind häufig nicht trennscharf und erschweren zum einen oft die frühzeitige Erkennung von Störungen im Netzwerk, zum anderen auch die Bewertung ebendieser. Wissenschaftliche Arbeiten zum Management von Störungen in Wertschöpfungsketten beziehen sich bisher meist auf Störungen im Produktionsbetrieb und berücksichtigen Störungen und deren Auswirkungen der Transportlogistik nur rudimentär (s. dazu vertiefend FISCHÄDER 2007). Aufgrund der hohen Spezifität etwaiger Möglichkeiten, Störungen zu umgehen, wurde auch dieses Thema bisher nahezu ausschließlich auf Unternehmensebene betrachtet. Zielsetzung eines agilen, reaktiven Logistikmanagements und damit auch des Forschungsprojekts ist es daher nicht nur, Störungen zu bewerten, sondern die Folgen dieser auch bestmöglich zu umgehen. Darum ist es in gleichem Maße nötig, Handlungsalternativen nicht nur zu modellieren, sondern auch nach dem gleichen Maßstab zu bewerten.

Im Rahmen des Forschungsprojekts Smart-Logistic-Grids soll ein Beitrag dazu geleistet werden, logistische Störungen in Netzwerken und ihre Folgen besser zu verstehen und bewertbar zu machen. Die Handlungsalternativen, die als Reaktion auf etwaige Störungen im Voraus konzipiert wurden, werden ebenfalls bewertet. So soll es ermöglicht werden, Folgen einer Störung mit den Kosten der Handlungsalternativen abzugleichen und dem Nutzer des Systems dementsprechende Handlungsempfehlungen anzubieten.

Grundlage der im Folgenden beschriebenen Überlegungen ist das beschriebene Zielsystem für Unternehmen im Logistiknetzwerk. Möchte man Störungen und Handlungsalternativen bewerten, ist die Detailsbene zu erörtern, auf der man diese betrachten möchte. Im Rahmen des Projekts wurde entschieden, Störungen auf operativer, sprich Auftragsebene zu bewerten. Gemäß FISCHÄDER ergeben sich dabei zwei distinkte Kostenblöcke, die die Basis zur Quantifizierung darstellen, nämlich zum einen die Logistikleistung und zum anderen die Logistikkosten.

Lieferterminabweichungen als Ausgangspunkt der Bewertung von Störungen
 Störungsauswirkungen bestehen, wie oben beschrieben, immer aus genau zwei Komponenten – Zeit (sprich „Logistikleistung“) und Kosten (sprich „Logistikkosten“):

1. In erster Instanz zieht jede Störung eine zeitliche Verzögerung nach sich (z. B. eine verspätete Ankunft durch überflutete Straßen, Zeitverlust durch Kommissionierfehler etc.).
2. Aus zeitlichen Verzögerungen lassen sich monetäre Größen ableiten (z. B. eine Strafzahlungen durch verspätete Ankunft).

Aus dieser Überlegung folgt die Fokussierung der zeitlichen Störungsauswirkung als Ausgangspunkt der Störungsbewertung. Die Ermittlung der zeitlichen

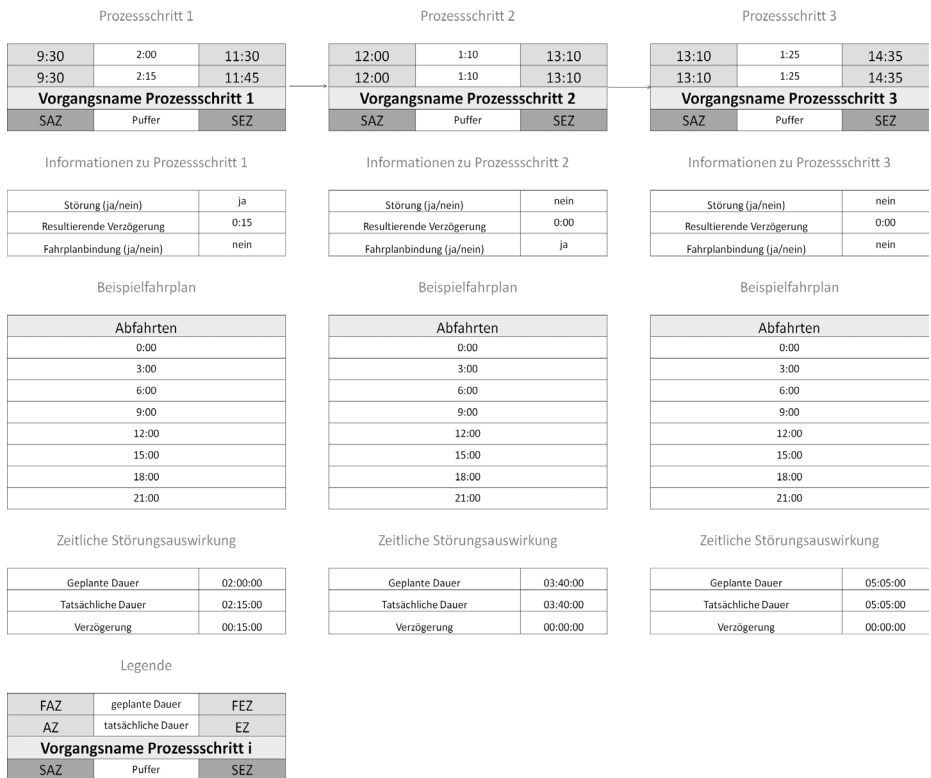


Bild 53: Zeitliche Störungsauswirkungen eines 3-stufigen Prozesses mit Fahrplanbindung – keine Verspätung

Störungsauswirkungen erfolgt über PROVA-Regeln (PROVA bezeichnet eine auf JAVA basierende Open-Source-Programmiersprache), die Auftrags- mit Störungs-/ Eventdaten verknüpfen und Aussagen über die Wahrscheinlichkeit des Auftretens und das Ausmaß von auftragsrelevanten Störungen geben können. Ergebnis dieses Arbeitsschrittes ist es, Aussagen treffen zu können wie z. B.: „Auftrag_xxx wird sich mit 80%iger Wahrscheinlichkeit um 25 Min. verspäten“. Zu beachten ist hierbei, dass Störungen nicht zwangsläufig zu Verspätungen führen müssen. Dies ist z. B. nicht der Fall, wenn ein Teilschritt eines Auftrags fahrplangebunden ist und man dementsprechende Pufferzeiten in vorangehenden Prozessschritten berücksichtigt [verdeutlicht wird dies in Bild 53 (s. S. 78) und Bild 54]. Im Rahmen des Projekts wird daher nur die zeitliche Verzögerung nach Beendigung des letzten Prozessschrittes betrachtet.

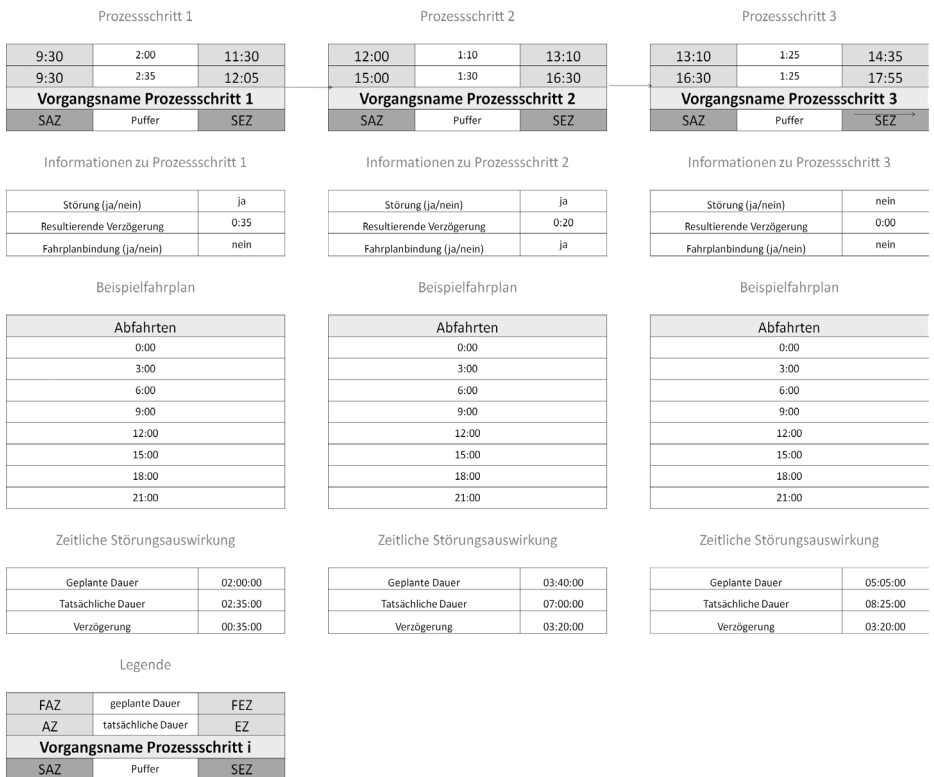


Bild 54: Zeitliche Störungsauswirkungen eines 3-stufigen Prozesses mit Fahrplanbindung – Verspätung

Monetäre Kosten als Folgen einer Lieferterminabweichung

Die im ersten Schritt ermittelte Lieferterminabweichung ist nur ein Teil der durchzuführenden Störungsbewertung. Die für Entscheider oft noch wichtigere Größe ist das finanzielle Ausmaß der Störung (s. TANDLER 2013, S. 2).

Grundsätzlich ist es an dieser Stelle möglich, die Kosten nahezu beliebig komplex zu ermitteln. Grund dafür ist die komplexe Vernetzung von Lieferketten, die dazu führt, dass sich Störungen oft über mehrere Stufen der Wertschöpfungskette fortpflanzen und somit zu deutlich höheren Folgekosten führen, als zu Beginn angenommen (vgl. NORRMAN U. JANSSON 2004, S. 434). Im Rahmen des Projekts werden allerdings ausschließlich die Kosten betrachtet, die direkt für den Nutzer durch Lieferterminabweichungen entstehen.

Die Höhe der tatsächlich anfallenden Kosten hängt zu einem großen Teil von der vertraglichen Gestaltung der Dienstleistungsbeziehung ab. Grundsätzlich lassen sich drei Fälle unterscheiden, die im Rahmen des Projekts betrachtet werden sollen:

1. Vereinbarte Strafzahlung auf Auftragsbasis: Strafzahlungen werden fällig bei Überschreitung des vereinbarten Liefertermins. Dies gilt für jeden Auftrag individuell,
2. Vereinbarte Strafzahlung auf Servicelevel-Basis: Strafzahlungen werden fällig bei Unterschreiten eines definierten Servicelevels, gemessen über einen definierten Zeitraum (z. B. Monatsbasis, Jahresbasis),
3. keine vereinbarten Strafzahlungen.

Während die Lösung des erstgenannten Falles relativ aufwendungsarm realisiert werden kann (hier dient die vereinbarte Strafzahlung als maßgeblicher Faktor), gestaltet sich die Berechnung bei den Fällen Zwei und Drei ungleich schwieriger.

Um die erwarteten Kosten einer Verspätung von Aufträgen mit Strafzahlungen auf Auftragsbasis zu ermitteln, kann man sich des Erwartungswertes bedienen. Die vom System ermittelten Störungen werden mit Wahrscheinlichkeiten versehen, sodass eine Abschätzung der realen Gefahr möglich wird. Die Wahrscheinlichkeit des tatsächlichen Auftretens sollte in die Ermittlung der Kosten mit einfließen.

Äquivalent zu verbreiteten Ansätzen des Risikomanagements lassen sich die erwarteten Kosten wie folgt ermitteln:

$$E(KS) = PS * KV$$

erwartete Kosten der Störung

PS
KV

Wahrscheinlichkeit der Störung
Kosten bei Verspätung (vereinbarte Strafzahlung)

Mithilfe der so ermittelten erwarteten Kosten lassen sich später fundiert Entscheidungen bezüglich der Einleitung entsprechender Entstörmaßnahmen treffen. Sind mit Kunden Strafzahlungen auf Servicelevel-Basis vereinbart, die einen längeren Zeitraum betrachten, erweist sich die auftragsindividuelle Betrachtung des Erwartungswertes eventueller Kosten als unzuverlässig. Strafzahlungen werden in diesem Fall nur dann fällig, wenn die vertraglich vereinbarte Liefertermintreue (prozentualer Anteil der pünktlichen Lieferungen an der Gesamtzahl der Lieferungen in Zeitraum X) eines Lieferanten/Logistikdienstleisters im Betrachtungszeitraum unterschritten wird. Der Beitrag eines einzelnen Auftrags bzw. einer einzelnen Verspätung kann in diesem Fall nicht zuverlässig quantifiziert werden. Gelöst wird dieses Problem im Rahmen des Projekts durch eine vereinfachende Annahme: der Gesamtbetrag einer zu leistenden Strafzahlung auf Servicelevel-Basis lässt sich demnach nach dem Verursacherprinzip auf alle Störungen im Betrachtungszeitraum aufteilen, die diese Zahlung in ihrer Gesamtheit verursacht haben. Rechnerisch ergibt sich näherungsweise eine Kostenbelastung je Auftrag, die pauschal angesetzt wird, wenn die negativen Auswirkungen einer Störung nicht durch erfolgreiche Anwendung einer Alternativmaßnahme vermieden werden kann.

Gibt es keine vereinbarten Strafzahlungen zwischen dem Kunden und dem Lieferanten/Logistikdienstleister, so fallen in erster Instanz keine monetären Kosten an. In diesem Fall werden ausschließlich „weiche“ Faktoren betrachtet. Ein Beispiel für einen solchen Fall ist das Verhältnis von Privatpersonen zur Post. Sendet man ein reguläres Paket oder einen regulären Brief, hat man keinerlei Ansprüche gegenüber der Post auf bestimmte Liefertermintreue. Die einzigen Kosten, die der Post in einer verspäteten Lieferung entstehen, sind unzufriedene, eventuell wechselwillige Kunden. Ähnlich gestaltet es sich im B2B-Bereich: Gerade bei Lieferanten oder Logistikdienstleistern, die ein relativ gering spezifisches Leistungsangebot aufweisen und mit denen keine engen vertraglichen Bindungen existieren, gestaltet sich der Wechsel von einem Lieferanten oder Logistikdienstleister zum nächsten in der Regel recht einfach und eine hohe Kundenzufriedenheit ist ohne vereinbarte Strafzahlungen immens wichtig (s. hierzu DAVIS ET AL. 2008, S.219 und BINCKEBANCK 2013, S. 228).

Identifikation weiterer Kostenparameter

Wie oben bereits erwähnt, ist die Annahme, dass monetäre Kosten ausschließlich durch Strafzahlungen entstehen, stark vereinfacht. Im Rahmen der Arbeit mit den Projektpartnern und deren Usecases könnten schnell weitere Kostenparameter

entstehen, die durch Störungen, unabhängig etwaiger Strafzahlungen, anfallen können. Dazu zählen Lost Sales und Kommissionierkosten.

Lost Sales entstehen Unternehmen, wenn sie durch Störungen die Kundennachfrage nicht bedienen können. Der dabei entstehende Schaden wird im Rahmen des Projekts durch die entgangene Marge (bezogen auf den Einkaufspreis) des Unternehmens ausgedrückt.

LSi	=	E _{Pi}	*	M _i
		mit i	=	betrachtetes Teil
		LSi	=	Lost Sales bei Nichtverfügbarkeit Teil i
		E _{Pi}	=	Einkaufspreis Teil i
		M _i	=	Marge Teil i

Kommissionierkosten werden dann als Folge einer Störung betrachtet, wenn z. B. ein Artikel aufgrund eines Einlagerungsfehlers nicht verfügbar ist. Dabei entstehen unproduktive Kommissionierkosten, die als Folge der Störung betrachtet werden können (alternativ wäre es ebenfalls möglich, diese Kosten bei der Quantifizierung von Entstörungsmaßnahmen zu betrachten).

Quantifizierung von Entstörungsmaßnahmen

Entstörungsmaßnahmen, also Reaktionen auf identifizierte Störungen, sind höchst unternehmensspezifisch. Abhängig von der Art der Unternehmensstrategie, betroffenen Geschäftsbereichen, Größe des Unternehmens, seiner Finanzkraft, der Kundenstruktur oder dem logistischen Netzwerk, in dem sich betroffene Unternehmen bewegen, fallen die möglichen Handlungsalternativen höchst unterschiedlich aus. Der Versuch einer allgemeingültigen Quantifizierung ist daher an dieser Stelle nicht zweckmäßig. Um dennoch Aussagen über entstehende Kosten treffen zu können, wurde ein Usecase-basierter Ansatz gewählt. Hierfür wurden die von den Praxispartnern durchführbaren Entstörungsmaßnahmen analysiert und anfallende Kostenparameter abgeleitet. Diese dienen als Basis für die allgemeingültige Quantifizierung. Zu den so identifizierten sechs Kostenblöcken gehören:

1. Prozess-/Verwaltungskosten: Diese Kosten fallen bei jeder Entstörungsmaßnahme an und begründen sich durch den administrativen Aufwand, der durch Änderungen entsteht. Dazu gehört beispielsweise die Information des Kunden oder das Anstoßen neuer Transportprozesse.
2. Transportkosten extern (bei Nutzung eines externen Dienstleisters), diese lassen sich noch in Vor-, Haupt- und Nachlaufkosten gliedern,

3. Transportkosten intern (bei eigener Leistungserbringung), diese lassen sich noch in Vor-, Haupt- und Nachlaufkosten gliedern,
4. Lost Sales: Diese können bei der Einleitung von Entstörungsmaßnahmen zum Tragen kommen (z. B., wenn Artikel aus einem anderen Lager geliefert werden, aber nicht in ausreichender Stückzahl verfügbar sind) und berechnen sich nach obiger Logik,
5. Lagerkosten: Diese entstehen z. B. dann, wenn Waren länger als geplant eingelagert werden müssen, um eine Entstörungsmaßnahme in Anspruch nehmen zu können,
6. Kommissionierkosten: Diese können, je nach Betrachtungsweise, auch zu den Entstörungskosten gezählt werden.

Um eine Übertragbarkeit zu gewährleisten, wurden diese Kostenparameter nun den identifizierten allgemeingültigen Handlungsalternativen rein qualitativ zugeordnet. Verdeutlicht werden soll dies anhand eines Beispiels: eine Ressource, genauer gesagt, eine Transportressource ist nicht verfügbar, weil die Kapazität des ursprünglich geplanten Transportmittels nicht ausreicht (s. Bild 55).

Ressource nicht verfügbar				
Transportressource nicht verfügbar				
Kapazität des Transportmittels nicht ausreichend				
Handlungs- alternative	Lieferung von einem anderen Standort aus prüfen	Auftrag stornieren	Nichts tun	Alternatives Transportmittel prüfen
Anfallende Kosten	Prozesskosten Transportkosten Lagerkosten Kommissionierkosten	Prozesskosten Lost-Sales Lagerkosten	Prozesskosten	Prozesskosten Transportkosten

Bild 55: Qualitative Kostenbewertung der Handlungsalternativen (Ausschnitt)

Um diese Störung zu umgehen, kann geprüft werden, ob es möglich ist, die Lieferung von einem anderen Standort auszuführen. Dabei können folgende Kosten anfallen:

7. Prozess-/Verwaltungskosten, da der Kunde benachrichtigt werden muss und der Prozess der Belieferung neu angestoßen werden muss,
8. Transportkosten intern/extern: je nach Art der Durchführung,
9. eventuelle Lagerkosten, abhängig vom Zeitpunkt der Störungserkennung,
10. doppelte Kommissionierkosten, falls Kommissionierung selbst erfolgt.

Ableitung weiterer Handlungsfelder

Die beschriebene Art und Weise der Quantifizierung von Störungsauswirkungen und Entstörungsmaßnahmen in logistischen Netzwerken besitzt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr soll hiermit ein Beitrag geleistet werden, die Auswirkungen von Störungen in Logistiknetzwerken besser verstehen zu können und durch eine Abschätzung der monetären Kosten sowohl schneller als auch effizienter auf diese reagieren zu können. Durch eine Quantifizierung der Kosten und potenzieller Alternativen wird dem Nutzer ermöglicht, unter Einbeziehung weicher, nicht quantifizierbarer Faktoren, verschiedene Szenarien gegeneinander abzuwägen.

Während der Konzeption der Quantifizierungsansätze und der anschließenden Diskussion mit den Praxispartnern konnten einige Handlungsfelder identifiziert werden, in denen weiterer Forschungsbedarf besteht, um eine robuste Quantifizierung zu ermöglichen und die Entscheidungsgrundlagen auf ein noch stabileres Fundament zu stellen:

1. Quantifizierung der monetären Kosten bei Strafzahlungen auf SLA-Basis: Hier müssen analytisch-statistische Methoden konzipiert werden, die es ermöglichen, auf Basis von aktuellen Auftragsdaten, aktuellem Servicelevel und Prognosedaten bzgl. künftiger Aufträge und Störungswahrscheinlichkeiten, die Kosten bei einer Verspätung in einem solchen Vertragskonstrukt genauer quantifizieren zu können.
2. Methoden zur Quantifizierung weicher Faktoren: Sind keine explizite Strafzahlungen vereinbart, fallen in unserem System keinerlei Kosten an. In der Realität können allerdings Vertrauensverlust, Unzufriedenheit oder andere weiche Faktoren dennoch zu Kosten führen. Momentan ist man hier darauf angewiesen, der Expertise des Nutzers zu vertrauen, der diese Faktoren mit in seine Entscheidungsfindung einbezieht. Quantitative Methoden, die diese Faktoren greifbar machen, sind bisher nicht vorhanden und könnten sehr hilfreich sein.
3. Exakte Bestimmung der Prozesskosten: Um zuverlässige Schlüsse aus dem Abgleich der Störungs- und Entstörungskosten ziehen zu können, ist es wichtig, Prozesskosten exakt erfassen zu können. Im Rahmen des Projekts musste in einigen Fällen auf Schätzungen zurückgegriffen werden, da konventionelle Methoden der Prozesskostenrechnung hier zu umständlich und aufwendig gewesen wären.
4. Integration der nachfolgenden Wertschöpfungsstufen in die Berechnung der Auswirkungen: Oft pflanzen sich Störungen über die Stufen einer Wertschöpfungskette zum Kunden hin fort. So kann eine betrachtete Verspätung

beim Kunden eine Strafzahlung zur Folge haben. Was diese Verspätung allerdings für den Kunden des Kunden bedeutet, wird im Rahmen des Projekts bisher nicht betrachtet.

4 Gestaltungsmodell für den Einsatz von Informationstechnologien

Mithilfe von Informationstechnologien kann der notwendige Informationsbedarf, der im folgenden Kapitel anhand der EPCIS-Events detaillierter beschrieben wird, systematisch und automatisiert ermittelt werden. Durch den Einsatz von Informationstechnologien können Störungen direkt erfasst oder die Beendigung einzelner Prozessschritte angezeigt werden.

4.1. Informationstechnologien zur Überwachung der Prozesse

Um beurteilen zu können, wie sich die Prozesse auf erfasste Störungen auswirken, muss der aktuelle Stand der Aufträge ersichtlich sein. Hierzu erfassen Informationstechnologien zur Überwachung der Prozessschritte die Beendigung einzelner Prozessschritte und sollen darüber hinaus manuelle Rückmeldungen minimieren. Nachdem der Auftragsprozess beendet wurde, kann dieser aus dem SCOCC gelöscht werden und an das bestehende ERP-System des Anwenders übergeben werden.

In dem Projekt erhalten die bestehenden Informationssysteme der Anwendungspartner die meisten Daten über Schnittstellen, mittels derer die bisher schon erfassten Fortschritte der Auftragsabwicklungsprozesse in den SCOCC übertragen werden. Im Fall von *TOP-Mehrwert* kommt neben bestehenden Rückmeldungen auch eine mobile Anwendung zum Einsatz, mit der der Transporteur die Abfahrt und Ankunft direkt digital zurückmelden kann.

4.2. Informationstechnologien zur Erfassung von Störungen

Für die schnelle und zuverlässige Identifizierung von Störungen werden die Informationstechnologien zur Erfassung von Störungen benutzt, um schnell und damit auch kostengünstig Entstörungsmaßnahmen einzuleiten. Die in dem Projekt genutzten externen Daten wie Stau- und Verkehrsmeldungen werden über Schnittstellen von externen Partnern bezogen, wobei die Informationstechnologien, mit denen die Meldungen bei dem Partner erzeugt werden, nicht näher betrachtet werden, da sie außerhalb des Fokus des Projekts liegen. Durch die Systemarchitektur

kann allerdings jeder Anwender auch eigene Daten in der öffentlichen Event-Cloud speichern, z. B. um mittels einer mobilen Lösung Meldungen über die Straßenzustände zu erzeugen.

4.3. Weitere Informationstechnologien

Es existieren neben den im Projekt genutzten Daten weitere Informationstechnologien, mit Hilfe derer Störungen erfasst und Auftragsabwicklungsprozesse unterstützt werden können. Diese sind jedoch nicht in die Entwicklungen einbezogen.

- **RFID: Transponder an Transportgut**
RFID ist eine Technologie für Sender-Empfänger-Systeme, durch welche berührungslos und automatisch Objekte anhand eines Chips und mittels Radiowellen identifiziert und lokalisiert werden können, indem die Objekte mit den Chips versehen werden, welche die erforderlichen Daten senden. Beim Einsatz in der Kommissionierung können Ladungsträger direkt identifiziert und mithilfe weiterer Technologien interne Störungen (z. B. Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Bestand) automatisch erkannt werden.
- **RTLS: Transponder an Transportgut**
RTLS ist eine Kombination aus Funk-Komponenten mit einer für die Verwendung in Echtzeit tauglichen Technologie. Im Lager wird ein GPS-ähnliches System aufgebaut, wodurch der Aufenthaltsort von Objekten, Fahrzeugen oder Personen jederzeit bestimmt werden kann und somit ein kontinuierlicher Überblick geschaffen wird. Ein Beispiel für den Einsatz der RTLS-Technologie ist die Kommissionierung. Hierbei werden automatisch Zustandsmeldungen erzeugt, um Transparenz über den Kommissionierungsprozess herzustellen.
- **Pick-by-Voice**
Pick-by-Voice ist ein System, bei dem die Sprache als Medium eingesetzt wird, um die Kommission zu unterstützen. Mittels eines Headsets kommuniziert der Mitarbeiter mit einem Kommissioniersystem und gibt verbal an, welche Objekte er woraus entnimmt. Neben der Leistungssteigerung und der verringerten Fehlerquote bringt das Pick-by-Voice-System eine verringerte Unfallgefahr durch intuitive Umfeldbeobachtung und eine erhöhte Transparenz für den Kommissioniervorgang mit sich. Fehlermeldungen können direkt an das System zurückgegeben werden.
- **Pick-by-Vision**
Mithilfe einer Datenbrille, die durch eine Funkverbindung (z. B. WLAN) mit einem Kommissioniersystem verbunden ist, wird das Pick-by-Voice-System

erweitert und der Mitarbeiter mit kontextabhängigen Einblendungen aller für den Kommissioniervorgang notwendigen Daten unterstützt.

- **Telematiksysteme**
Man spricht von einem Telematiksystem, wenn mindestens zwei Datenverarbeitungssysteme über ein Telekommunikationssystem mithilfe von technischen Geräten verbunden sind. Ein Einsatzgebiet ist die Logistik, wo z. B. Fahrzeuge geortet oder Daten wie Aufträge und Quittungen mit dem LKW-Fahrer ausgetauscht werden. Das System dient der Vermeidung von Fehlbeladungen und Leerkilometern, der Zeitersparnis, zur Ferndiagnose am Fahrzeug und der Überwachung von Fahrtrouten und Ladetüren. In einem Risikomanagementsystem können externe Störungen, wie Stau und Wetterereignisse, dem weiteren Transportverlauf zugeordnet werden, nachdem mittels Telematiksystem die aktuelle Position des LKWs ermittelt und zurückgemeldet wurde.
- **Gewichtssensoren**
Bei Gütern, die in Gewichtseinheiten angegeben werden und/oder bei denen vom Gewicht auf die Stückzahl geschlossen werden kann, können Gewichtssensoren eingesetzt werden. Diese überprüfen ein- und ausgehende Güter direkt und ermöglichen eine durchgehende Überwachung des Bestands. Somit können Fehlmengen, Fehlverladungen und Bestandsstörungen frühzeitig und automatisiert bemerkt werden.
- **Sensorik in Container**
Das Innere eines Containers kann durch eine Kombination von Sensorik und RFID-Technologie überwacht werden. Temperaturabweichungen können mittels eines drahtlosen Sensornetzes an jedem Punkt im Container ermittelt und an einen zentralen Rechner im Container gesendet werden. Da die Technologie primär bei verderblichen Waren verwendet wird, kann abgesehen vom tatsächlichen Schaden oder Fehler z. B. auch die errechnete Änderung der Resthaltbarkeit durch die Temperaturänderung mittels eines Softwareagenten weitergegeben werden.
- **Electronic-Data-Interchange (EDI)**
Unter EDI fallen alle elektronischen Verfahren zum asynchronen und vollautomatischen Versand von strukturierten Nachrichten zwischen Anwendungssystem unterschiedlicher Institutionen, was die Anzahl menschlicher Arbeitsschritte reduziert. Typische Daten, wie Bericht-, Planungs- oder Transaktionsdaten, werden nach der Integration der versendeten Informationen einem menschlichen Nutzer aufbereitet präsentiert.

5 Architekturframework für einen Supply-Chain-Event

Die Basis für eine kontinuierliche Optimierung agiler Logistiknetzwerke sowie für ein mehrstufiges Bestandsmanagement ist das Vorhandensein aller relevanten Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort in der richtigen Qualität und in Echtzeit, um eine Vernetzung aller Beteiligten in der gesamten Wertschöpfungskette zu ermöglichen. Denn je mehr Ereignisse entlang der Prozesskette aufgenommen werden, umso feingranularer können Informationen verarbeitet, ausgewertet und wichtige Rückschlüsse hinsichtlich Transparenz und Effizienz gezogen werden. Somit ermöglichen die in Echtzeit zur Verfügung stehenden Informationen eine höhere Transparenz in der Prozesskette, Tracking & Tracing bis auf Einzelteilebene, das Automatisieren von Geschäftsprozessen. Ereignisse können somit als Störungen abgebildet und Auswirkungen von Störungen sowie Entstörmassnahmen aufgezeigt werden.

Das effiziente Management des Warenflusses innerhalb der Wertschöpfungskette erfordert, dass die richtigen Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort in der richtigen Qualität vorliegen. Unabdingbare Voraussetzung für die Abstimmung des Informationsflusses ist die Integration der Logistikdienstleister in den Informationsaustausch.

Heutige (IT-)Systeme sind den ansteigenden Anforderungen jedoch nicht gewachsen und haben nur selten Konzepte implementiert, die es auch ermöglichen, auf eintretende Störungen (wie z. B. „Umwelt“, „Verkehr“, „Politisch“ und „Prozess“) im Logistiknetzwerk zu reagieren. Dies ist unter anderem auf die mangelnde Integration von Daten der realen Welt (Geschäftsprozesse) in die virtuelle Welt (Informationssysteme) zurückzuführen.

Wichtig ist, je feingranularer die Informationen entlang der Wertschöpfungskette zur Verfügung stehen, umso besser...

- ...können Prozesse effizienter und effektiver gestaltet werden,
- ...kann auf Störungen reagiert werden,
- ...kann Ware örtlich und zeitlich verfolgt werden,
- ...wird dem Kunden ein hohes Maß an Qualität der Produkte gewährleistet.

5.1 Standardisierung

Für die Bereitstellung der Daten ist die Supply-Chain-Event-Cloud verantwortlich; in dieser werden Daten zu einzelnen Ereignissen strukturiert gesammelt, zu komplexen Ereignissen aggregiert und im Supply-Chain-Operations-Room verarbeitet und zur Verfügung gestellt.

Um jedoch die Supply-Chain-Event-Cloud und den Supply-Chain-Operations-Room vernetzen zu können und einen Informationsaustausch in den unterschiedlichen Applikationen, in der horizontalen und vertikalen Ebene, gewährleisten zu können, müssen die Informationen semantisch interoperabel sein und einheitliche Schnittstellen zur Verfügung stehen. Durch die Automatisierung unternehmensübergreifender Prozesse können die Unternehmen dem erhöhten Wettbewerbs- und Kostendruck standhalten und den steigenden Anforderungen an Schnelligkeit und Flexibilität gerecht werden.

Dies kann jedoch nur funktionieren, wenn alle eine gemeinsame Sprache sprechen: die Sprache einheitlicher Standards.

5.2 Netzwerkinfrastruktur

Durch die Verbindung von der realen und der Informationswelt müssen die Waren und Güter weltweit eindeutig gekennzeichnet (z. B. sGTIN, GRAI oder SSCC), erfasst (z. B. GS1-128, GS1-DataMatrix oder RFID) und die Daten standardisiert weitergegeben werden (z. B. EDI, EPCIS).

Die international abgestimmten Standards von GS1-EPCglobal helfen zur Umsetzung dieser Vision, um eine gesteigerte Informationstransparenz bzgl. der Prozessereignisse zu gewährleisten. Sie definieren die eindeutige Identifizierung und automatische Erfassung von Objekten sowie die Schnittstellen zwischen Unternehmen der Wertschöpfungskette zum Austausch der Daten. Um die gesamten Vorteile in der Supply-Chain-Event-Cloud und dem Supply-Chain-Operations-Room nutzen zu können, müssen alle Systeme entlang der kompletten Wertschöpfungskette miteinander kommunizieren können.

Dies wird z. B. durch das EPCglobal™-Netzwerk gewährleistet. Es dient dazu, eine Vielzahl von hochkomplexen Informationen über Status und Bewegungen von Gütern für alle Geschäftspartner verfügbar zu machen. Die grundlegenden Kommunikationsprozesse zwischen Unternehmen, beispielsweise

der Transfer von Bestellungen, Lieferavisen und Rechnungen mittels standardisierter Nachrichtenformate wie EANCOM® oder GS1 XML, bleiben auch nach der Einführung von EPCIS erhalten.

Das EPCglobal™-Netzwerk verbindet dezentrale oder zentrale Server, die sämtliche relevanten EPC-Informationen enthalten, d. h., zu einer bestimmten EPC-Nummer gehörende Stamm- oder Bewegungsdaten. Die Steuerung der Server sowie Autorisierung und Zugang zu den Informationen übernehmen verschiedene Servicekomponenten des Netzwerks.

Um das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten innerhalb des EPCglobal™-Netzwerks zu gewährleisten, hat GS1 standardisierte Schnittstellen entwickelt, darunter auch unternehmensinterne. Der Schlüssel zum EPCglobal™-Netzwerk ist der Elektronische Produkt-Code (EPC). Neben den Schnittstellen für RFID-Anwendungen funktionieren weiterverarbeitende Schnittstellen des Netzwerks auch über GS1-Barcodevarianten.

Das EPCglobal™-Netzwerk umfasst mehrere Komponenten, wobei der EPC-Information-Service (EPCIS) den wichtigsten Baustein im EPCglobal™-Netzwerk darstellt. Er ist die Verbindung eines Unternehmens zum EPCglobal™-Netzwerk. Der EPCIS speichert EPC-Informationen und gewährleistet den sicheren Austausch zwischen internen und unternehmensübergreifenden Systemanwendungen, z. B. den Warenwirtschaftssystemen der Teilnehmer, und bestimmten Komponenten. Über Standardschnittstellen können Produktinformationen und Leseereignisse gespeichert und den Netzwerkmitgliedern zur Verfügung gestellt werden. Der EPC wird ausgelesen und mit Zeitstempel, Ort und Kontext der Erfassung registriert. Die Systemarchitektur des EPCglobal™-Netzwerks zielt auf verbesserte Transparenz von Warenbewegungen ab. Dies wird durch die zeitpunktbezogene Protokollierung von Ereignissen (Events) an definierten Orten erreicht. Die anfallenden Daten lassen sich deutlich leichter strukturell aufbereiten (Queries) und weiterverarbeiten.

Das Bild 56 (s. S. 91) zeigt das Architecture-Framework der zur Verfügung stehenden Standards auf:

5.3 Elektronischer Product-Code

Bei der Verschmelzung der realen und der Informationswelt ist eine weltweit eindeutige und überschneidungsfreie Identifikation von Objekten und Gegenständen unabdingbar. Dabei hilft der Elektronische Product-Code (engl. *Electronic Product Code*,

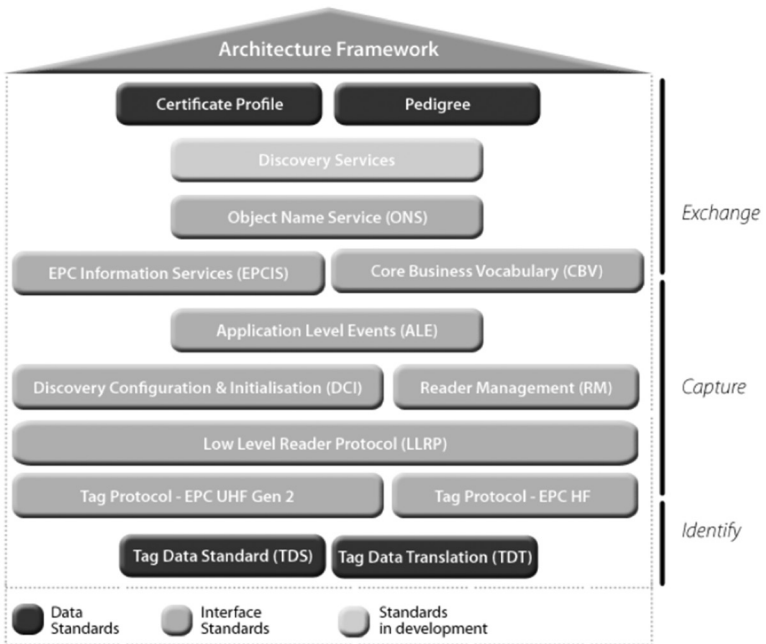


Bild 56: EPC-Architecture-Framework

kurz EPC). Der EPC ist ein Schema zur universellen und individuellen Identifikation von Objekten. Er beinhaltet eine weltweit überschneidungsfreie Zeichenfolge, mit deren Hilfe jedes Objekt eindeutig identifiziert werden kann. Mit dem EPC lassen sich Konsumenteneinheiten, Kartons und Paletten, Anlagegüter, Gepäckstücke, Dokumente, Mehrwegtransportbehälter und Lokationen kennzeichnen.

Wichtig ist, dass der Dateninhalt und der Datenträger getrennt voneinander betrachtet werden muss. Der EPC ermöglicht eine weltweit eindeutige Identifikation von Objekten, der Datenträger hingegen speichert diese Information.

Ein wesentlicher Vorteil des EPCs ist seine Unabhängigkeit von Datenträgern. Je nach Anwendungsfall kommen verschiedene Barcodetypen – etwa *GS1-128*, *GS1-DataBar* oder *GS1-DataMatrix* – oder der EPC/RFID-Transponder zum Einsatz.

5.4 Electronic-Product-Code-Information-Services

Die EPCIS-Infrastruktur, die erstmals 2007 von *GS1* und *EPCglobal* beschrieben wurde, spezifiziert im Wesentlichen die Schnittstellen zur Erfassung und Abfrage sogenannter EPCIS-Ereignisse sowie deren Syntax. Mittels EPCIS werden Anwender (Unternehmen, Behörden, Lieferketten etc.) in die Lage versetzt, Transparenz und Kontrolle über ihre jeweiligen Prozesse bedeutend zu steigern. Im Rahmen des Projekts wird diese vorhandene Infrastruktur erweitert. Unter anderem dienen internationale Standardisierungsaktivitäten dazu, die Ergebnisse des Fördervorhabens SLG nachhaltig, branchenunabhängig und global zu verbreiten und in die Anwendung zu bringen.

Der EPCIS-Schnittstellen-Standard von *GS1* ermöglicht eine durchgängige Prozessüberwachung. Somit können sämtliche Prozessabläufe überwacht und Prozesse effizienter gestaltet werden. Da heutzutage schon viele Unternehmen mit modernen Auto-ID-Technologien arbeiten, sei es Barcode oder RFID, lässt sich ohne manuelle Interaktion erfassen, welches Objekt sich wann und wo befindet.

Je mehr Ereignisse entlang der Prozesskette aufgenommen werden, umso feingranularer können Informationen verarbeitet, ausgewertet und wichtige Rückschlüsse hinsichtlich Transparenz und Effizienz gezogen werden. Somit ermöglichen die in Echtzeit zur Verfügung stehenden Informationen eine höhere Transparenz in der Prozesskette, Tracking & Tracing bis auf Einzelteilebene, das Automatisieren von Geschäftsprozessen, einfaches Einbinden von neuen Geschäftspartnern und Chancen für neue Geschäftsmodelle und -prozesse.

Um auf kritische Änderungen bzw. Störfaktoren („Umwelt“, „Verkehr“, „Politisch“ und „Prozess“) in Logistikprozessen zeitnah reagieren und schnelle Entscheidungen treffen zu können, werden qualitativ und quantitativ hochwertige Echtzeitdaten benötigt. Erst durch das Zurverfügungstellen der Echtzeitdaten kann schneller reagiert, können Ursachen erforscht und Logistikprozesse optimiert werden. Aber wie genau können diese Echtzeitdaten zur Verfügung gestellt und die benötigte hohe Transparenz entlang der Wertschöpfungskette erreicht werden?

Zur Erreichung dieser hohen Transparenz in Logistikprozessen sind oftmals nur vier Informationen notwendig:

WAS (welche Objekte sind) ist
WANN (zu welcher Zeit)

WO (an welchem Ort) und
WARUM (in welchem Geschäftskontext) passiert?

Diese vier Informationsdimensionen dokumentieren in einem Prozess entlang einer gesamten Wertschöpfungskette ein dokumentationswürdiges Geschäftsereignis. Dieses Geschäftsereignis wird als „Event“ verstanden. Dies kann z. B. das Auslesen eines Transponders oder Barcodes, z. B. am Warenausgang, sein. Dabei können Events am Anfang, am Ende oder an vielen weiteren Punkten entlang der Wertschöpfungskette erfolgen.

Diese Events (Informationen) sind in Form einer XML-Struktur mit vorgegebener Syntax im EPCIS-Standard spezifiziert. Dabei ist XML ein Satz von Regeln für die Erstellung von Textformaten zur Handhabung strukturierter Daten. Ein Vorteil liegt in der Erweiterbarkeit und Plattformunabhängigkeit von XML. Dadurch können neue Daten- oder Sprachelemente ohne großen Aufwand eingeführt werden. Um die Informationsübertragung sicherzustellen, sind XML-basierte Informationen sehr gut geeignet.

Neben den Datenstrukturen eines EPCIS-Ereignisses beschreibt der Standard auch die Interaktionen mit einem EPCIS-Repository, in dem er die Erfassungs- und Abfrageschnittstellen definiert.

Um die hohe Transparenz und Feingranularität der Ereignisse aufzuzeigen, wurden die Prozessschritte der einzelnen Partner entlang der Wertschöpfungskette aufgenommen, analysiert und einzelnen Events zugeordnet.

Event-Aufbau

Wie beschrieben, besteht jedes Event aus vier Dimensionen. Die Dimensionen sind: *Objekte*, *Datum und Uhrzeit*, die *Lokation* und der *Geschäftskontext*.

Diese vier Ereignisdimensionen sind ausreichend, um die notwendigen Informationen über den Logistikprozess zu dokumentieren. Dabei besitzen alle Eventtypen Informationen über das Objekt, also über das „Was“ (EPC), sowie zusätzlich die Zeitinformation, also Information über das „Wann“, den Ort und den Geschäftskontext (z. B. die Warenübergabe an einen Spediteur).

Die Dimensionen *Lokation und Geschäftskontext* stellen jeweils zwei Aspekte in den Fokus: Bei der Geschäftslokation ist einmal sowohl der Ort der Erfassung gemeint und somit der Lesepunkt (Tor 3) als auch die Geschäftslokation (Warenausgang).

Im Geschäftskontext, dem „Warum“, wird sowohl der Prozessschritt („versenden“) als auch der Zustand („in Bearbeitung“) beschrieben.

Event-Typen

Um den unterschiedlichen Anwendungsfällen entlang der Wertschöpfungskette gerecht zu werden, wurden insgesamt vier Ereignistypen definiert. Die wesentlichen Merkmale werden untenstehend erläutert:

Object-Event

Üblicherweise wird dieses Ereignis eingesetzt, wenn es um die reine Beobachtung und Erfassung von Ereignissen geht. Dabei umfasst dieses Ereignis Informationen, die sich auf einen oder mehrere EPCs beziehen. Dies kann z. B. die Erfassung von EPCs am Warenausgangstor bei der Verladung sein.

Aggregation-Event

Bei einer physikalischen Aggregation von Objekten wird dieser Typ genutzt. In diesem Fall gibt es eine Anzahl von Objekten, die in einer „übergeordneten“ Einheit zusammengeführt worden sind. Es könnte sich beispielsweise um eine Palette handeln, die mit verschiedenen Kartons beladen und anschließend als eine Einheit betrachtet wird. Jedoch kann dieser Ereignistyp nicht für sogenannte „schwache“ Verbindungen genutzt werden; d. h. wenn beispielsweise zwei Paletten zu einer Lieferung gehören. Hierbei würde das Aggregationereignis nicht zum Einsatz kommen. Für diesen Anwendungsfall ist das Transaktionsereignis besser geeignet.

Transaction-Event

Durch diesen Ereignistypen können Verknüpfungen (oder Trennungen) von physikalischen Objekten mit einer oder mehreren Transaktionen verknüpft werden. In einem solchen Ereignis kann beispielsweise die Referenz auf eine bestimmte Liefermeldung mit den darin angekündigten Objekten verknüpft werden.

Transformation-Event

Mit dem Transformation-Event lassen sich Transformationsprozesse (Produktion, Verarbeitung etc.) mit 1-n Inputs und 1-n Outputs dokumentieren. Bei der Montage einer oder mehrerer Baugruppe(n) werden beispielsweise n Einzelkomponenten zu neuen funktionalen Einheiten miteinander verbunden. Diese Verbindung ist jedoch nicht mehr trennbar, ist also irreversibel.

Schnittstellen

Für den Austausch der Daten zwischen dem EPCIS-Repository und den Unternehmen stehen zwei standardisierte Schnittstellenbeschreibungen zur Verfügung. Sie sind von enormer Bedeutung, denn erst durch eine standardisierte Schnittstelle ist es möglich, auch neue Geschäftspartner ohne größeren Aufwand einzubinden. Zum Speichern der Daten ins EPCIS-Repository wird das EPC-Capture-Interface genutzt, um die Daten aus der Datenbank zu lesen, das EPCIS-Query-Interface, also die EPCIS-Abfragestelle. Sie legt fest, wie Daten unternehmensintern und übergreifend abgefragt werden können. Durch eine Reihe von vordefinierten Parametern lassen sich Datenabfragen an die individuellen Bedürfnisse anpassen. Somit lassen sich Ereignisse auf sehr einfache Weise nach Lokationen, Produkten, Unternehmen, Zeitraum, Status, Warenmenge oder EDI-Transaktionen filtern.

Eine Sprache – CBV

Ein großer Vorteil von EPCIS ist, dass bereits ein standardisiertes Basisvokabular verfügbar ist, welches weltweit allen Nutzern die unmissverständliche Interpretation von EPCIS-Ereignisnachrichten ermöglicht. Das sogenannte Core-Business-Vocabulary (CBV) bietet hierzu einen branchenübergreifend abgestimmten Katalog typischer Geschäftsprozesse (z. B. Warenvereinnahmung, Versendung und Kommissionieren), Zustände (z. B. in Bearbeitung, repariert oder verkauft) und Geschäftsdokumente (u. a. Lieferavis, Rechnung bzw. Bestellung).

Dabei kann man zwischen dem Standardvokabular und dem Uservokabular unterscheiden. Das Standardvokabular enthält eine Reihe von Vokabelementen, deren Definition und Bedeutung im Vorfeld zwischen den Handelspartnern abgestimmt werden müssen. Das Uservokabular ist ein Set von Vokabelementen, deren Definition und Bedeutung sich nur unter der Kontrolle einer einzelnen Organisation befindet.

Der CBV-Standard gestattet somit auch die Definition branchenspezifischer bzw. sogar unternehmensindividueller EPCIS-Vokabelemente (beispielsweise eines Geschäftsprozesses, der sonst in keinem oder nur wenigen anderen Unternehmen vorkommt). Im Sinne einer weitestgehenden Interoperabilität sollte von der Möglichkeit eines Uservokabulars jedoch nur in begründeten (Ausnahme-)Fällen Gebrauch gemacht werden.

5.5 Global-Standards-Management-Process

Um den Anforderungen und Notwendigkeiten des Marktes gerecht zu werden, können neue Vorschläge für Erweiterungen oder Änderungen der *GS1*-Standards (wie z. B. EPCIS oder CBV) eingebracht werden. Der neue Vorschlag wird auf globaler Ebene in den sogenannten Global-Standards-Management-Process (GSMP) eingebracht und in bestehenden Arbeitsgruppen ausgearbeitet. Nur auf globaler Ebene kann ein weltweit überschneidungsfreier, eindeutiger Standard entstehen. Der dann vorliegende Vorschlag wird anschließend von den *GS1*-Mitgliedsorganisationen in den Ländern vorgestellt und diskutiert. Wird er mehrheitlich von den Anwendern der Länder akzeptiert, wird der Standard in die nationalen Handbücher aufgenommen und weltweit zeitgleich ausgerollt.

Dabei ist *GS1 Germany* Teil des internationalen Netzwerks *Global Standards One* – kurz *GS1*. In mehr als 110 Ländern gibt es *GS1*-Member-Organisations, die an der Entwicklung von global gültigen Standards arbeiten, um Waren- und Datenflüsse grenzüberschreitend transparenter und sicherer zu machen. Der Global-Standards-Management-Process (GSMP) ist die weltweite, gemeinschaftliche Entwicklungsplattform, auf der die *GS1*-Standards erstellt und gepflegt werden. In Zusammenarbeit mit Industrie, Handel und Solution-Providern wurden Vorschläge für Erweiterungen im EPCIS-Standard eingebracht und anschließend wurde im Global-Standards-Management-Process der neue EPCIS-1.1-Standard entwickelt. Er bietet zahlreiche nützliche und neue Funktionen, unter anderem Transformationsevents, Chargenrückverfolgbarkeit, Source/Destination und Instance/Lot-Master-Data (ILMD). Flankierend zum EPCIS-1.1-Standard wurde auch das Core-Business-Vocabulary (CBV) angepasst.

5.6 Serialisierung – GTIN + Batch/Lot

Bisher war es so, dass bei der Nutzung von EPCIS jedes Objekt serialisiert sein musste, dies ließ sich jedoch nicht immer oder nur schwer realisieren. Seit EPCIS 1.1 müssen Objekte nun nicht mehr zwingend serialisiert sein, sondern können auch auf Klassen oder Chargenebene gebildet werden. Somit kann zwischen Objektinstanzen und Objektklasse unterschieden werden.

Objekte werden bei der Nutzung von EPCIS in einer URI-Form gebildet, URI steht für Uniform-Resource-Identifier, dieser besteht aus einer Zeichenfolge, die zur Identifizierung von abstrakten oder physischen Ressourcen dient. URIs und somit Object-Identifier können unterschiedlich gebildet werden, entweder in Form von

URNs oder in Form von URLs. Wichtig dabei ist, dass bei der Bildung der URIs der Namespace sich auch im Besitz des Erstellers befindet und auch ein Eintrag bei der IANA (Internet-Assigned-Numbers-Authority) stattgefunden hat. Dies garantiert eine weltweite Eindeutigkeit der URIs. Folgend ist die Syntax und ein Beispiel für eine GTIN mit und ohne Batch/Lot aufgeführt:

Syntax/Beispiele:

EPCIS 1.0:

GTIN + serial

Syntax: urn:epc:id:sgtin:

Beispiel: urn:epc:id:sgtin:4000001.001602.112

EPCIS 1.1:

GTIN

Syntax: urn:epc:idpat:sgtin:

Beispiel: urn:epc:idpat:sgtin:4012345.098765.*

GTIN + batch/lot

Syntax: urn:epc:class:lgtin:CompanyPrefix.ItemRefAndIndicator.Lot

Beispiel: urn:epc:class:lgtin:4012345.012345.998877

5.7 Quantity-Event

Das bisherige Quantity-Event kennzeichnet das Auftreten einer Menge meist gleichartiger Objekte. In diesem Fall wurde der serialisierte Nummernteil nicht gespeichert. Dieser Typ wurde beispielsweise für die Erfassung von Lagerbeständen genutzt. Das Quantity-Event steht jedoch im EPCIS 1.1 nicht mehr zur Verfügung und wird als Object-Event mit einem oder mehreren Quantity-Elementen genutzt.

5.8 Instance-Lot-Master-Data (ILMD)

Bisher war es nicht möglich, auf Einzelteil- oder Chargenebene Stammdaten auszutauschen. Dieses wird nun durch Instance/Lot-Master-Data (ILMD) = „Stammdaten“ auf Einzelteil-/Chargenebene (nicht via GDSN austauschbar) ermöglicht.

EPCIS 1.1 ermöglicht es somit Unternehmen, bei der Herstellung oder bei der Verarbeitung von Produkten standardisierte ILMD mitzugeben, wobei zu beachten ist, dass Stammdaten eher eine größere Klasse von Objekten beschreiben und

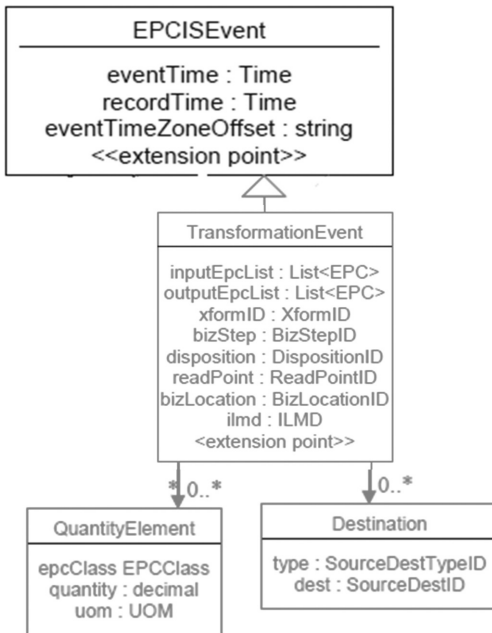


Bild 57: Aufbau eines EPCIS-Events

Instance/Lot-Master-Data eher einen kleineren Artikelstamm benennen oder sich sogar nur auf Einzelteile beziehen. Als Beispiel wäre hier das Mindesthaltbarkeitsdatum zu nennen, welches sich nicht auf die ganze Produktklasse (wie z. B. Milch) bezieht, sondern eher auf eine Charge der Milchproduktion.

Als Beispiele für ILMID wären zu nennen:

- MHD
- Produktionsdatum
- Fertigungslinie
- etc.

Beispiel:

<ilmd>

<example:bestBeforeDate>2014-12-10</example:bestBeforeDate>

```
<example:batch>XYZ</example:batch>
</ilmd>
```

5.9 Source-Destination

Bislang war es nicht möglich, bei Wareneingang/Warenausgang vorhergehende oder nachfolgende Unternehmen bzw. Lokationen zu erfassen.

Ab sofort können in EPCIS-Events der

- letzte bzw. nächstgeplante Besitzer,
- letzte bzw. nächstgeplante Eigentümer und/oder
- letzte bzw. nächstgeplante Ort (Lager, Filiale etc.) mitgegeben werden.

Dabei wird Source-Destination nicht auf eine Angabe beschränkt, sondern kann auch mehrere beinhalten.

Beispiel:

```
<sourceList>
<source type="urn:epcglobal:cbv:sdt:possessing_party">urn:epc:id:sg
ln:4012345.00001.0</source>
<source type="urn:epcglobal:cbv:sdt:location">urn:epc:id:sg
ln:4012345.00225.0</source>
</sourceList>
```

```
<destinationList>
<destination type="urn:epcglobal:cbv:sdt:owning_party">urn:epc:id:sg
ln:0614141.00001.0</destination>
<destination type="urn:epcglobal:cbv:sdt:location">urn:epc:id:sg
ln:0614141.00777.0</destination>
</destinationList>
```

5.10 Geolocation

Bislang konnten EPCIS-Anwender eine Geolokation (Längen-/ Breitengrad) bereits in den Stammdaten einer (S)GLN hinterlegen. Ab sofort kann eine Geolokation (beispielsweise von mit Telematikeinheiten ausgestatteten LKWs, Schiffen oder Bahnwaggons) direkt in einem EPCIS-Event als *readpoint* und *businessLocation* mitgegeben werden. Dieses wird in [RFC5870] näher spezifiziert.

Beispiel:

```
<ObjectEvent>
<
  <eventTime>2014-08-28T12:00:00.000+02:00</eventTime>
  |   <recordTime>2014-08-28T12:00:00.000+02:00</recordTime>
  |   <eventTimeZoneOffset>+02:00</eventTimeZoneOffset>
  |- <epcList>
      <epc>urn:epc:id:sgtin:4012345.067890.123</epc>
  </epcList>
</ObjectEvent>
<action>OBSERVE</action>
<readPoint>
  <
    <id>geo:58.211238,10.393066</id>
  </readPoint>
<bizLocation>
  <id>geo:58.211238,10.393066</id>
</bizLocation>
</ObjectEvent>
```

D Softwareentwicklung

1 Systemarchitektur

Unter dem Supply-Chain-Operations-Control-Center (SCOCC) ist das Teilsystem zu verstehen, welches Auswirkungen von Störungen auf den Lieferprozess analysiert, bewertet und mögliche Handlungsalternativen ableitet. Die Störungsinformationen werden dabei aus Prozess- und Umweltereignissen abgeleitet. Ein zweites Teilsystem, die Supply-Chain-Event-Cloud (SCEC), verwaltet diese Ereignisse und Störungen und stellt geeignete Abfrage- oder Verteilmechanismen zur Verfügung.

Eine SCEC kann mehrere SCOCCs gleichzeitig bedienen. Die SCOCCs können Störungsinformationen abrufen. Neben Prozessereignissen sammelt die SCEC noch Umweltereignisse aus verschiedenen öffentlich zugänglichen Quellen. Aus den Prozessereignissen und den Umweltereignissen werden mögliche Störungen abgeleitet. Im einfachsten Fall kann jedes Prozessereignis und jedes Umweltereignis selbst eine Störung sein.

1.1 Supply-Chain-Event-Cloud

Das Teilsystem Supply-Chain-Event-Cloud (SCEC) hat die Aufgabe, Prozess- und Umweltereignisse (Events) von verschiedenen Quellen zu sammeln, zu Störungsinformationen zu verarbeiten und dem Teilsystem SCOCC zur Verfügung zu stellen.

Das Teilsystem SCEC besteht aus folgenden Komponenten:

- SCEC-Backend
Entgegennahme (Schnittstellen) und Verarbeitung von Prozess- und Umweltereignissen (Events)
- SCEC-Datenbankserver
DBMS zur Datenhaltung der verarbeiteten Störungen und der gesammelten Prozess- und Umweltereignisse selbst.

1.2 Supply-Chain-Operations-Control-Center

Das Teilsystem Supply-Chain-Operations-Control-Center (SCOCC) hat die Aufgabe, das Logistiknetz eines Dienstleisters zu überwachen und bei Störungen gegebenenfalls Entstörmaßnahmen vorzuschlagen. Das Teilsystem SCOCC besteht aus folgenden Komponenten:

-
- SCOCC-Client
Leitstandkomponente, basierend auf der *PSI*-Standardplattform. Es handelt sich dabei um eine Java-Desktopanwendung.
 - SCOCC-Datenbankserver
DBMS zur Datenhaltung der Transportnetzdaten, Logistiknetzdaten und Operativdaten.

Das Control-Center implementiert damit praktisch eine 2-Schichten-Architektur (Client/Server-Architektur). Neben den beiden erwähnten Komponenten kann es zusätzlich einen SCOCC-Serverknoten geben. Dieser dient primär dazu, Berechnungen so durchzuführen, dass die Arbeit mit dem SCOCC-Client nicht beeinträchtigt wird. Es ist möglich, mehrere Berechnungen/Prozesse nebenläufig auszuführen, sofern sie auf einer unterschiedlichen Datenbasis operieren.

Das Control-Center kann an eine SCEC angebunden werden. So werden Störungsmeldungen in das Transportnetz integriert, um ihre Auswirkungen auf geplante Sendungen zu bewerten und mögliche Entstörmaßnahmen vorzuschlagen.

2 Schnittstellen

Über definierte Schnittstellen gelangen Daten in das System. Beim SCOCC sind dies primär Logistikdaten (Stamm- und Operativdaten), während es in der SCEC Prozess- und Umweltereignisse gibt. Zum Import der Daten werden jeweils geeignete Schnittstellen zur Verfügung gestellt.

2.1 Supply-Chain-Event-Cloud

Zentrale Aufgabe der Supply-Chain-Event-Cloud (SCEC) ist die Entgegennahme und Verwaltung von Events. Hierbei kann es sich sowohl um externe Events (Verkehr, Wetter) als auch um interne Events (Bestandsstörung, Auftragseingang) handeln. Darüber hinaus ist es auch möglich, temporär Operativdaten in der SCEC vorzuhalten. Letztere Art von Daten unterscheidet sich inhaltlich fundamental von Ereignissen, technisch werden sie jedoch ähnlich gehandhabt, sodass prinzipiell alle nachgenannten Schnittstellen für beide Datentypen gültig sind. Die gesammelten Ereignisse müssen schließlich dem SCOCC zur Verfügung gestellt werden. Im Folgenden werden beide Schnittstellenrichtungen, nach innen und nach außen, genauer vorgestellt.

2.1.1 Prozessereignisse

Prozessereignisse gelangen auf zwei möglichen Wegen zur SCEC:

- Ein am Lieferprozess beteiligter Akteur trägt manuell ein Prozessereignis ein (passiv).
- Ein operatives System eines am Lieferprozess beteiligten Akteurs meldet (mehr oder weniger automatisiert) ein Prozessereignis (passiv).
- Die SCEC fragt externe Dienste an (aktiv).

Passive Prozessaufnahme

Ein beteiligter Akteur stellt manuell mithilfe einer Eingabemaske ein Prozessereignis ein. Die Bereitstellung erfolgt über einen Webservice mit entsprechendem Web-Interface. Bild 58 zeigt eine solche Eingabemaske. In Abstimmung mit den Praxispartnern wurden entsprechende Masken entworfen und die aufzunehmenden Daten festgelegt.

Gestörter Auftrag

Gültig von:	<input type="text" value="21.07.15"/>	<input type="button" value="TT"/>
Gültig bis:	<input type="text" value="22.07.15"/>	<input type="button" value="TT"/>
Auftragsnummer:	<input type="text" value="12345678"/>	
Kundennummer:	<input type="text" value="1011"/>	
Artikelnummer:	<input type="text" value="725893"/>	
Auftragsposition/en:	<input type="text" value="12345678A1,725893,10"/>	

Format= Auftragsnummer,Artikelnummer,Menge;...
Beispiel:Z23811,833459,3;Z56211,387521,1;...

◦ Event wurde hinzugefügt.

Bild 58: Web-Interface: „Gestörter Auftrag“

Daneben besteht für ein operatives System die Möglichkeit, Ereignisse über eine EPCIS-Schnittstelle an die SCEC weiterzureichen. Das Design dieser Schnittstelle geschah in enger Abstimmung mit den betroffenen Praxispartnern und der GS1. Das operative System verpackt hierfür die erforderlichen Daten in ein speziell zugeschnittenes EPCIS-Format und sendet diese Nachricht über einen bereitgestellten Webservice an die SCEC.

Aktive Prozessaufnahme

Zum Sammeln von Umweltereignissen ist es unerlässlich, auf externe Dienste bzw. externe Daten zuzugreifen. Deren Schnittstellen sind praktisch als gegeben zu betrachten. Im Rahmen des Projekts konzentrieren wir uns auf Dienste, die in Form von Webservices zur Verfügung stehen. Wir beziehen hierbei Verkehrsinformationen über einen Dienst der Firma *here* und Wetterdaten von der *MeteoGroup*. Die entsprechenden Daten werden automatisch von der SCEC in regelmäßigen Abständen angefragt und die erhaltenen Daten als Events gespeichert.

2.1.2 Abfrage von Störungen durch den Supply-Chain-Operations-Control-Center

Die Schnittstelle zur Kommunikation mit dem SCOCC verhält sich passiv und wartet auf eine Anforderung des SCOCCs, die umgehend beantwortet wird. Die SCOCC sind also nicht bei der SCEC angemeldet, sondern fragen die verarbeiteten Events eigenständig nach näher zu definierenden Filterkriterien ab. Solche Filterkriterien können zum Beispiel die Art der Störung oder die Gültigkeit der Störung in einem bestimmten Zeitraum sein.

Diese Variante harmoniert eher mit einer serviceorientierten Architektur. Der SCEC stellt hier praktisch einen Service dar, der zur Erfüllung seiner Aufgaben weitere Services einsetzt. Der SCOCC nutzt die SCEC als Service.

2.2 Benutzeroberfläche des Supply-Chain-Operations-Control-Center

Über die Benutzeroberfläche des Supply-Chain-Operations-Control-Centers (SCOCC) kann der Benutzer Logistikdaten importieren. Hierzu gehören sowohl Stammdaten als auch Operativdaten. Hierfür steht ein flexibler Dialog zur Verfügung, in dem eine Datei (Excel oder CSV) als Quelle angegeben werden muss. Nachdem formattechnische Einstellungen und eine Auswahl bzw. Zuordnung der zu importierenden Daten aus der Quelldatei erfolgt ist, werden die entsprechenden Daten importiert. Die getroffenen Einstellungen können abgespeichert und einfach wiederverwendet werden.

3 Datenmodell

Die Datentypen des Datenmodells sind zwar prinzipiell für alle beteiligten Praxispartner gleich, es gibt allerdings je nach Partner und Usecase kleinere Änderungen. Generell werden folgende Datentypen mit einem Aufzug ihrer jeweiligen Eigenschaften verwendet:

- Sendungen
 - Eindeutige ID

-
- Verweis auf Abgangs- und Empfangsort
 - Versand- und Empfangsdatum
 - Menge
 - ...
 - Auftragsposition
 - eindeutige ID
 - Verweis auf Sendung
 - Positionsnummer
 - Verweis auf Artikel
 - Anzahl Artikel
 - Gesamtmenge
 - ...
 - Artikel
 - eindeutige ID
 - Bezeichnung
 - Menge
 - Lagereinheit
 - Anzahl Artikel je Lagereinheit
 - Wiederbeschaffungszeit
 - Bestellmenge
 - ...
 - Standorte
 - eindeutige ID
 - Zulieferer, Produzent, Lager, Terminal, Kunden, ...
 - Adressdaten
 - Stadt
 - PLZ
 - Land
 - Art des Standorts
 - Fahrpläne
 - Verweis auf Start- und Zielort
 - Abfahrts- und Ankunftszeit
 - Kosten
 - artikelbezogen
 - sendungsbezogen
 - Lagerbestände
 - Verweis auf Lager
 - Verweis auf Artikel
 - Lagerbestand

Diese Typen können grob in zwei Klassen eingeteilt werden: in Stamm- und Operativdaten.

Zu den Stammdaten gehören beispielsweise Standorte von Lägern, Kostenstrukturen oder Artikelstämme, zusammen mit jeweiligen Eigenschaften wie Adresse, Artikelgewichte etc. Sie müssen meist nur einmalig oder in zyklischen Abständen importiert werden. Sie stellen eine Datengrundlage dar, auf der die Bewegungsdaten aufsetzen und schließlich die Prozesse definiert sind. Zur Bereitstellung von Handlungsalternativen können verschiedene Ausprägungen eines Logistiknetzes vorgehalten werden.

Unter Bewegungsdaten versteht man im Allgemeinen Sendungs- und Auftragsdaten, Fahrpläne und Lagerbestandsdaten, wiederum mit Eigenschaften wie Abfahrtszeitpunkte, Anzahl Artikel je Lager oder Gesamtgewicht. Diese Daten ändern sich meist in kurzen Zeitabständen und müssen häufig importiert werden. Je nach Anwendungsfall kann dies über einen dedizierten Importer oder durch das Auslösen eines entsprechenden Events geschehen.

Die Daten werden prinzipiell normalisiert gespeichert. Das bedeutet, dass die Daten nach Typen getrennt gespeichert und über spezielle IDs miteinander verknüpft werden. Hierdurch werden Daten nicht redundant gespeichert, sondern können flexibel verknüpft und einfacher verwaltet werden.

In den Sendungsdaten sind prinzipiell Informationen zur Sendung gespeichert. Hierzu gehören z. B. Informationen zur Abfahrts- bzw. Ankunftszeit oder das Gesamtgewicht. Zu einer Sendung gehören zwingend ein Abgangs- und ein Empfangsort. Diese sind über IDs mit der betreffenden Sendung verknüpft. Bei Standorten wird meist eine Adresse und die Art des Standorts, z. B. Lager, hinterlegt. Zu einer Sendung können beliebig viele Auftragspositionen gehören. Jede Position wiederum ist mit genau einem Artikel verknüpft. Positionen enthalten meist Informationen über die Anzahl und das resultierende Gesamtgewicht etc. der zugehörigen Artikel. Ein Artikel wiederum enthält z. B. Abmaße, Gewicht oder sonstige artikelrelevante Eigenschaften.

Bei Sendungen wird implizit von einem Straßentransport ausgegangen. Durch die Hinterlegung und Verknüpfung von Fahrplänen können jedoch auch Seetransporte abgebildet werden. Ein Fahrplan besteht aus einer Menge von Fahrplanabschnitten, die wiederum jeweils einen Start- und einen Endort bzw. einen Abfahrts- und einen Ankunftszeitpunkt haben.

Für bestimmte Störungen und Alternativen sind Lagerbestandsinformationen relevant. Hier wird hinterlegt, an welchem Lagerort sich welcher Artikel in welcher

Menge befindet. Über IDs werden die entsprechenden Verknüpfungen zu den entsprechenden Stammdaten hergestellt.

Zur Bewertung der Alternativen können je Störung alternative Kosten hinterlegt werden, die dem Benutzer als Entscheidungshilfe bei der Auswahl geeigneter Alternativen dienen.

Darüber hinaus ist als fester Datensatz ein Straßennetzwerk hinterlegt. Dieses wird benötigt, um Transporte auf der Straße routen zu können. Diese Informationen sind vor allem zur Erkennung und Vermeidung von Verkehrseignissen, wie z. B. eines Staus, nötig.

4 Benutzeroberfläche

Das Control-Center basiert auf der *PSI*-Standardplattform. Zentrale Bedienungskonzepte werden deshalb aus dem *PSI*-Standard übernommen. Über die Benutzeroberfläche sollen alle Funktionen des Control-Centers steuerbar sein sowie der Ist-Zustand und mögliche Handlungsalternativen visualisiert werden.

Die Benutzeroberfläche, siehe Bild 59, gliedert sich wie folgt: Das Hauptfenster enthält Platz für die sich öffnenden Dialoge. Auf der rechten Seite des Hauptfensters befindet sich eine Sidebar, über welche ein Zugriff auf die Projektdaten erfolgt und ein Überblick über den Fortschritt der gerade aktiven Berechnungen gegeben wird.

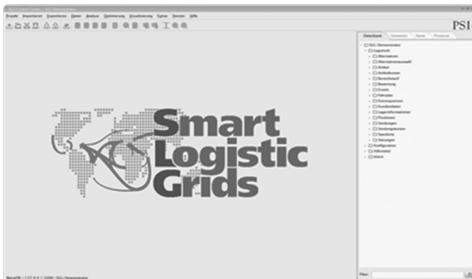


Bild 59: SCOCC

Alle Funktionen des Control-Centers können über die Menüleiste aufgerufen werden. Für jede Funktion wird ein spezieller Dialog bereitgestellt, über den die Funktion konfiguriert und gestartet werden kann. Die Dialoge unterstützen eine

Konfigurationsverwaltung: Dialogkonfigurationen können mit einem Namen versehen, gespeichert und unter diesem Namen wieder geladen werden. Bei der Durchführung einer länger dauernden Berechnung wird ein Fortschrittsdialog angezeigt. Des Weiteren können länger dauernde Berechnungen auf den SCOCC-Serverknoten ausgelagert werden.

4.1 Workflow

Der Import von Stammdaten geschieht in der Regel selten, Bewegungsdaten hingegen müssen je nach Anwendungsfall wesentlich häufiger importiert werden. Sobald die Daten im System sind, kann der „Workflow“ zur Störungserkennung angestoßen werden. Dieser umfasst die Funktionen „Störungen erkennen“, „Alternativen berechnen“, „Konsequenzen ermitteln“ und „Alternativen bewerten“, die nur genau einmal konfiguriert werden müssen. Diese Konfigurationen können nun gebündelt in zyklischen Abständen auf dem SCOCC-Server ausgeführt werden. Hierdurch werden in regelmäßigen Abständen Störungen und Alternativen, abhängig vom aktuellen Stand der vorhandenen Events in der SCEC, erzeugt. Der Anwender bedient also die allermeiste Zeit lediglich den Dialog „Alternativen auswählen“, in dem die aktuellen Störungen angezeigt und behandelt werden können. Im Folgenden werden die einzelnen Hauptdialoge und ihre Funktion vorgestellt. Gemäß der Anforderungsanalyse und Modellentwicklung in Zusammenarbeit mit den Praxispartnern wurden für die einzelnen Schritte passende Definitionen für Störungen, Alternativen und Bewertungen hinterlegt.

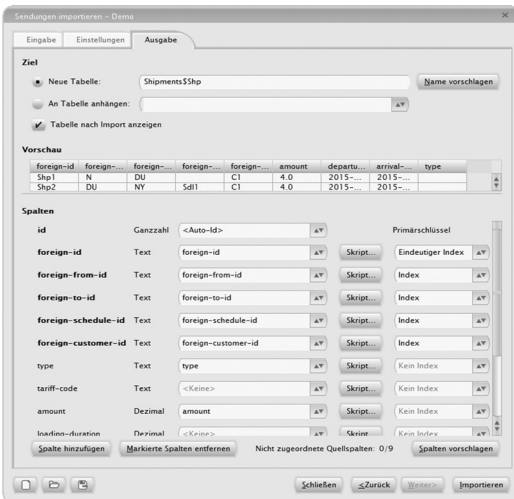


Bild 60: Dialog „Sendungen importieren“

4.2 Import

Der Ablauf des Datenimports im SCOCC ist für Stamm- und Bewegungsdaten gleich. Lediglich die Regelmäßigkeit des Imports sowie die konkrete Ausprägung der zu importierenden Daten ist für beide Arten naturgemäß unterschiedlich. Bild 60 (s. S. 118) zeigt exemplarisch den Dialog zum Importieren von Sendungsdaten. Die jeweiligen Datenformate wurden mit den Praxispartnern einzeln abgestimmt und sind an die jeweiligen Usecases angepasst.

4.3 Störungen erkennen

Die Erkennung von Störungen kann auf Anfrage oder auch über einen Scheduler ausgeführt werden und wird über den Dialog „Störungen erkennen“ (s. Bild 61) konfiguriert. Die Funktion benötigt als Eingabe eine Reihe von logistischen Daten, eine Verbindung zur SCEC sowie Regeln. Sie produziert eine Liste von Störungen und persistiert diese in die Datenbank, wo sie im Nachgang angeschaut werden können. Die so erzeugten Störungen stellen wiederum eine Eingabe für die weiteren Berechnungen dar und werden in einer Tabelle mit folgendem Format gespeichert:

id: INT-32

type: STRING-x8

shipment-id: INT-32

delay: FLOAT-32

value: STRING-x32

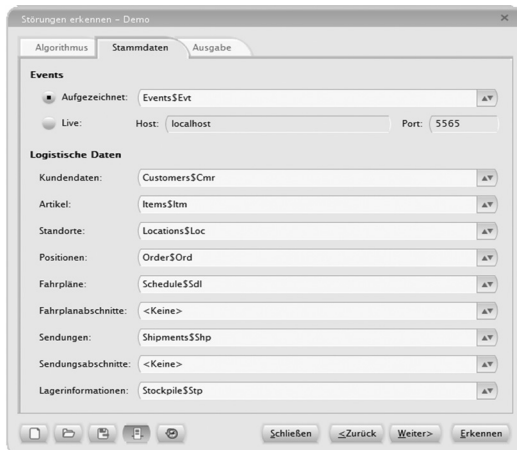


Bild 61: Dialog „Störungen erkennen“

4.4 Alternativen berechnen

Die Funktion „Alternativen berechnen“ benötigt neben den erzeugten Störungen dieselben logistischen Netzwerkparameter wie die Störungserkennung als Eingabe. Mit diesen Informationen werden zu jeder Störung passende Alternativen berechnet. Hierbei werden die Probleme nacheinander geladen. Für jedes Problem wird ein Satz von Alternativen erzeugt. Diese Alternativen werden dann in JSON kodiert und werden mit dem Alternativtyp in die Alternativtabelle gespeichert. Zusätzlich gibt es immer eine spezielle „Tue nichts“-Alternative, die für jede Störung erzeugt wird. Diese Alternative ändert das Logistiknetzwerk nicht und steht jederzeit für jeden Problemtyp zur Verfügung.

Die berechneten Alternativen werden in eine Datenbanktabelle mit folgendem Format geschrieben:

```
id: INT-32  
issue-id: INT-32  
type: STRING-x8  
delay: FLOAT-32  
value: STRING-x32
```

Die Tabelle enthält eine beliebige Anzahl an möglichen Alternativen für jede Störung.

4.5 Konsequenzen ermitteln

Die Funktion für die Ermittlung der Konsequenzen benötigt den gleichen Input wie die Störungserkennung und die Alternativenberechnung. Hierbei wird jede Alternative fiktiv auf das Logistiknetzwerk angewendet und anschließend wird in dem modifizierten Netzwerk nach Störungen gesucht. Eine solche Störung wird Konsequenz genannt. Alle ermittelten Konsequenzen werden mit einem Verweis auf die ursprüngliche Alternative in eine Datenbanktabelle mit folgendem Format geschrieben:

```
id: INT-32  
alternative-id: INT-32  
type: STRING-x8  
shipment-id: INT-32  
delay: FLOAT-32  
value: STRING-x32
```

4.6 Alternativen bewerten

Die Alternativenbewertung benötigt neben den Logistikdaten einen Satz von Kostenparametern, eine Störungs-, eine Alternativen- und, optional, eine Konsequenzentabelle.

Für jede Alternative werden die jeweiligen Kosten für die Umsetzung der Alternative, für die Störung selbst (Strafkosten) und die Kosten der u. U. entstehenden Konsequenzen ermittelt. Die so ermittelten Werte werden in einer Tabelle mit folgendem Format gespeichert:

id: INT-32

alternative-id: INT-32

alternative-costs: FLOAT-32

consequence-costs: FLOAT-32

issue-costs: FLOAT-32

In dem speziellen Fall der „Tue nichts“-Alternative wird das Problem nicht gelöst. Daraus resultiert ein Nutzen von „0“.

Kostenparameter, die von der TU Berlin und den einzelnen Praxispartnern erarbeitet wurden, können in einem bestimmten Tabellenformat abgelegt werden. Hierbei können sowohl sendungs- als auch auftragspositionsbasierte Kosten hinterlegt werden.

4.7 Alternativen auswählen

Die Basis für diesen Dialog stellen eine Störungstabelle, ein Satz von Alternativen, eine Konsequenzentabelle und eine Alternativenbewertungstabelle dar.

Jede gestörte Sendung wird mit einer kurzen Beschreibung der Störung, der aktuell gewählten Alternative und dem aktuellen Status in einer Liste angezeigt, siehe Bild 62 (s. S. 112). Für jede Störung kann eine Liste der zugehörigen Alternativen angezeigt werden, siehe Bild 63 (s. S. 112). Diese enthält für jede Alternative eine kurze Beschreibung und die Kosten der Auswirkung der Alternative, zeitlich und monetär, sowie die Kosten der Maßnahme. Die Alternativen können nach Kosten sortiert werden, sodass dies dem Anwender als Entscheidungshilfe dienen kann.

Der Anwender kann nun eine Alternative wählen und diese für die gewählte Störung übernehmen, siehe Bild 64 (s. S. 113). Dies kann für alle angezeigten

Störungen geschehen. Die schlussendliche Auswahl von Alternativen kann schließlich in einer Tabelle mit folgendem Format gespeichert werden:

id: INT-32

shipment-id: INT-32

alternative-id: INT-32

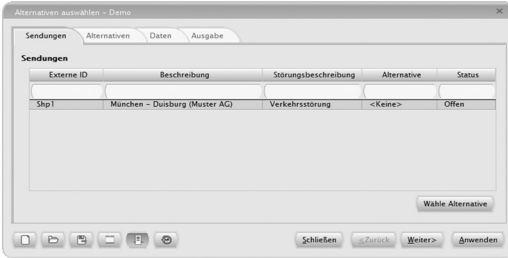


Bild 62: Dialog „Alternativen auswählen“ – Übersicht gestörte Sendungen



Bild 63: „Alternativen auswählen“ – Übersicht Alternativen

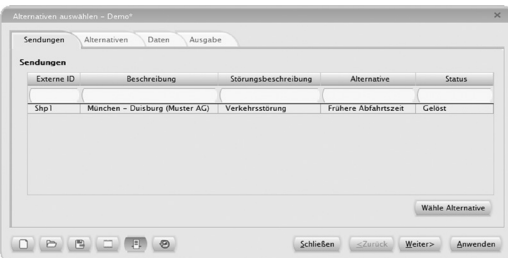


Bild 64: Dialog „Alternativen auswählen“ – Gelöste Störung

E Effizientes Risikomanagement durch eine echtzeitfähige IT-Lösung

1 IT-Architektur zur Durchführung des Feldversuchs

1.1 Grundlagen

Die Anforderungen beziehen sich auf die im Rahmen des Arbeitspakets „Entwicklung des Supply-Chain-Operations-Control-Centers“ benötigte IT-Umgebung. Diese ermöglicht die Simulationsdurchführung und den Betrieb der für den Feldversuch benötigten Softwarekomponenten.

Das System ist in Server- und Client-Elemente unterteilt, die räumlich getrennt voneinander betrieben werden.

Eine hohe Systemverfügbarkeit (HA – *High availability*) ist im Rahmen des Feldversuchs nicht gefordert worden. Im Falle von Störungen kann jedoch eine eigens geschaltete Service-Hotline angerufen werden.

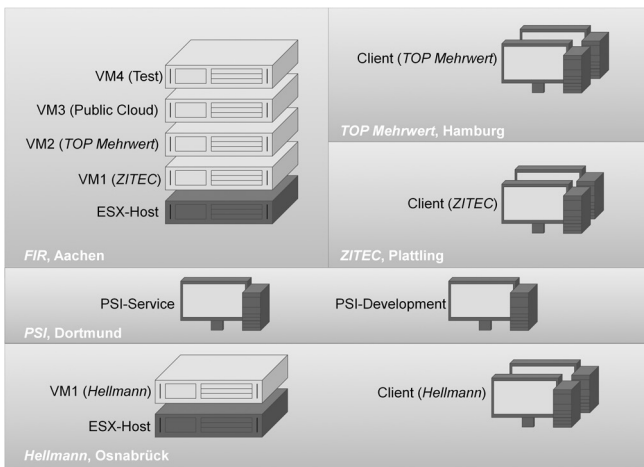


Bild 65: Systemübersicht

Innerhalb der virtuellen Maschinen und der Clients werden unterschiedliche Systemprozesse ausgeführt. In Bild 66 (s. S. 114) ist eine Übersicht enthalten.

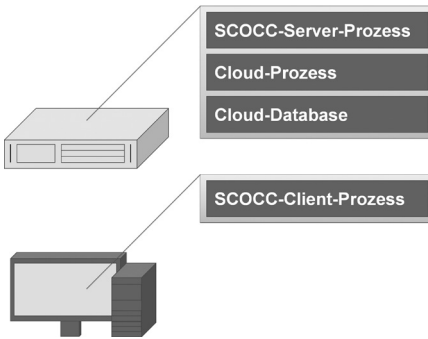


Bild 66: Übersicht der Systemprozesse

Um den Datenaustausch zu gewährleisten, müssen die Systeme untereinander kommunizieren.

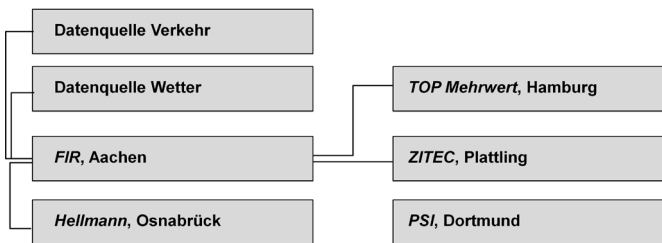


Bild 67: Prozessübersicht

1.2 Server

Virtualisierung

Die Server werden als virtuelle Maschinen (VM) betrieben. Besondere Vorgaben bezüglich der dafür eingesetzten Systemsoftware gibt es nicht.

Im Rechenzentrum des *FIR* sind vier VM für dieses Projekt vorgesehen, im Einzelnen sind dies:

1. Die Public-Cloud
2. Die private Cloud und der SCOCC-Server für *ZITEC*

-
3. Die private Cloud und der SCOCC-Server für *TOP Mehrwert*
 4. Testumgebung

Im Rechenzentrum *Hellmann* in Osnabrück wurde eine weitere VM für die private Cloud und das SCOCC eingesetzt.

Die Namensgebung der Maschinen ist frei, lediglich sollte aber auf Sonderzeichen verzichtet werden.

Betriebssystem

Der Prototyp unterstützt als Betriebssystem ausschließlich Windows-Server 2008 R2. Andere Versionen sind denkbar, werden aber durch die Testplanung nicht abgedeckt.

Verfügbarkeit

Für die Durchführung des Feldversuchs werden alle Komponenten benötigt. Die Sicherstellung der dafür notwendigen Verfügbarkeit liegt in der Verantwortung des Betreibers. Eine Systemredundanz wird dabei empfohlen, aber nicht vorausgesetzt.

Leistungsdaten

- Die Mindestanforderungen der VMs lauten: 4 Prozessorkerne
32-GB-Arbeitsspeicher
- Datenfestplatte 1 TB

Datenbank

Der Prototyp unterstützt als Datenbank ausschließlich *MariaDB* (<https://mariadb.org/en/>).

1.3 Client

Leistungsdaten

Die Mindestanforderungen der Clients lauten:

- 2 Kerne
- 4-GB-Arbeitsspeicher
- 250-GB-Festplatte

Betriebssystem

Der Prototyp unterstützt als Betriebssystem ausschließlich Windows 7. Andere Versionen sind denkbar, werden aber durch die Testplanung nicht abgedeckt.

Weitere Softwarevoraussetzungen

Java 1.7 muss auf dem Computer installiert sein.

Schnittstellen/Fernzugriffe

- Alle VM und Clients brauchen Zugang ins Internet.
- Alle Server mit einer privaten Cloud müssen mit der Public-Cloud-VM in Aachen kommunizieren können.
- Alle VM müssen von der *PSI* zu erreichen sein. Hierzu wird ein VPN-Zugang benötigt.
- Die benötigten Ports für die Kommunikation werden im späteren Verlauf noch bekannt gegeben.

Datensicherung

Die Datensicherung sollte einmal am Tag durchgeführt werden. Der Prototyp bietet in der Installation bei den Clients eine Funktion an, mit der dies durchgeführt werden kann. Des Weiteren können Systemtools genutzt werden, um SQL-Datenbanken automatisch zu sichern.

Datenschutz/Datensicherheit

Innerhalb des Konsortiums wurde über den Projektvertrag ein NDA unterzeichnet, der den Datenschutz gewährleistet. Darüber hinaus werden keine weiteren Datenschutzvorgaben benötigt.

Die Datensicherheit ist durch geeignete IT-Maßnahmen durch jeden der Projektpartner zu gewährleisten.

Installation

- Die Installation der Clouds und der *PSI*-Serverapplikation auf den laufenden VM wird von der *PSI* durchgeführt.
- Die Installation der Clients (Erstinstallation, Updates) bei den Praxispartnern fällt den lokalen Administratoren zu.
- Support/Upgrades
- Updates auf den VM werden von der *PSI* durchgeführt.
- Updates auf den Client-PCs liegen in den Händen der lokalen Administratoren.
- Es ist bei jedem Praxispartner, beim *FIR* und bei der *PSI* ein Ansprechpartner und Vertreter für technische Fragen zu benennen.
- Für den Support am laufenden System wird die *PSI* eine E-Mail-Adresse und Hotline-Nummer einrichten (erreichbar zu den üblichen Geschäftszeiten)

2 Feldversuch aus Sicht von *Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG*

2.1 Feldversuch allgemein

Der 12-wöchige Feldversuch bei der Firma *Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG* (kurz: *Hellmann*) fand in den Kalenderwochen 34 bis 45 statt. Die ersten drei Wochen erfolgten im Probetrieb zur technischen Sicherstellung eines reibungslosen Ablaufs sowie zur Verifizierung des Datenaufbaus. Gegenstand des Feldversuchs sind Sendungen eines Kunden, die per Seefracht (Liniendienst) von europäischen Häfen an ihre internationalen Bestimmungsorte verschifft werden. Im Rahmen des Feldversuchs wurde der Hauptlauf der Sendungen betrachtet, Vor- und Nachlauf waren nicht Teil der Untersuchung, da diese nicht durch *Hellmann* durchgeführt werden. Die Ware befindet sich lediglich vom Abgangshafen bis zum Bestimmungshafen in der Gewalt *Hellmanns*.

Das Produkt *Seefracht* eignet sich besonders für nichtverderbliche Güter, welche günstig und Wochen im Voraus planbar zu einer bestimmten Destination transportiert werden sollen. Den geringen Transportkosten stehen als Nachteil die geringe Geschwindigkeit und damit verbundene, im Vergleich lange Transportzeit gegenüber. Diese lange Transportzeit führt zwangsläufig häufig zu Verspätungen. Schwankungen von wenigen Tagen sind in der Seefracht als normal zu betrachten, weswegen *just-in-time* (fristgerechte Lieferung) bei Seefracht unüblich ist. Dies bedeutet für den Feldversuch, dass eine geringfügige Überschreitung der geplanten Abfahrtszeit von wenigen Stunden bis zu drei Tagen nicht als Störung betrachtet wird. Wird eine geplante Abfahrtszeit um drei bis vier Tage überschritten, kann ein Eingreifen, z. B. durch Umbuchungen auf andere Schiffe, andere Carrier oder andere Abfahrtshäfen, sinnvoll sein.

Diese Fälle werden im Rahmen des Feldversuchs als Störungen bezeichnet und entsprechende Alternativen werden aufgezeigt.

Der Prozess des Seefracht-Exports umfasst die Kommunikation mit dem Kunden sowie mit dem Carrier. Der Prozess erfordert heute noch sehr viele manuelle Eingriffe, unter anderem die Überwachung der Schiffsfahrpläne seitens der Carrier, wobei diese Informationen punktuell aus den im Internet veröffentlichten Plänen gesucht wird. Hinzu kommt die Abstimmung mit dem Kunden bezüglich des Abfahrtsdatums des Schiffes. Hierbei sind insbesondere die Produktionsfortschritte beim Produzenten, der Vorlauf aber auch die Abläufe im Hafen, z. B. die Verzollung, zu beachten. Die Produktionsfortschritte sind aufgrund der langen Planung der Transporte relevant.

Häufig ist bei der ersten Anmeldung der Sendung die Produktion noch nicht angelaufen. Etwaige Planungsdefizite seitens des Produzenten nehmen daher Einfluss auf eine Umbuchung auf ein früheres oder späteres Schiff, welche durch den Produzenten bei den *Hellmann*-Operators erbeten wird. Aufgrund der Vielzahl der manuellen Eingriffe in diesem Prozess wurde eine besondere Eignung im Rahmen des Feldversuchs gesehen.

Die Organisation dieser Transporte obliegt der Abteilung Seefracht-Export der Niederlassung in Bremen. Über das operative System werden die Seefrachtsendungen über bestimmte Carrier auf Schiffe gebucht, die nach Fahrplänen, welche allein von den Carriern verwaltet werden, abfahren.

Die untersuchten Störungen werden durch sogenannte Fahrplanänderungen ausgelöst, also durch Änderungen am bestehenden Fahrplan, z. B. das ETD (*Estimated Time of Departure*).

Es wurden also regelmäßig drei Dokumente im Rahmen des Feldversuchs untersucht, die Sendungsdatei, die Fahrplandatei sowie die Fahrplanänderungsdatei.

Mögliche Alternativen bei einer Störung sind zum einen die Abfahrt der Sendung von einem anderen Hafen. Diese Änderung der Transportroute setzt voraus, dass die Störung bereits bekannt ist, bevor die Sendung am ursprünglichen Hafen eintrifft.

Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung eines anderen Carriers, falls z. B. die Sendung von einem anderen Carrier nicht zur Verschiffung vorgesehen war. Diese Alternative kann gewählt werden, bis die Sendung im Container des ursprünglichen Carriers verladen ist. Eine spätere Umbuchung ist praktisch nicht möglich, da die Ware in einen neuen Container des neuen Carriers umgepackt werden müsste, was auch eine neue Verzollung nach sich führen würde. Dadurch würde es erneut zu einer Verzögerung sowie nicht unerheblichen Mehrkosten kommen.

Alternativ ist die Umbuchung auf ein anderes Schiff möglich. Sollte sich also mindestens 48 Stunden vor Abfahrt anhand der Fahrplanänderung herausstellen, dass das ursprüngliche Schiff verspätet abfährt, ist eine Umbuchung auf ein anderes Schiff bei demselben Carrier möglich. Die Einschränkung auf denselben Carrier besteht aus dem Grunde, dass die Ware bereits in Container verpackt ist. Ist dies nicht der Fall, kann neben dem Carrier auch das Schiff gewechselt werden.

Wenn keine dieser Alternativen greift oder der Kunde die Dringlichkeit der Sendung in den Vordergrund stellt, ist auch ein Transport per Flugzeug möglich. Dies ist jedoch

eine kostspielige Alternative, die auch nicht für alle Sendungen in Frage kommt, z. B. aufgrund von Gefahrgutverordnungen.

Hellmann wird vom Kunden in der Regel circa sechs Wochen vor geplanter Abfahrt der Sendung über die Sendungsdaten (unter Angabe der folgenden Spezifika: LCL (also weniger als ein Container); FCL (ein kompletter 20 oder 40 Fuß Container); Kubikmeter; Bestimmungshafen; gewünschtes Ankunftsdatum) mittels einer Purchase-Order informiert. Diese Daten werden in das operative System eingegeben, hierbei wird eine Sendungsnummer vergeben.

Zwei Wochen vor der geplanten Abfahrt werden diese Daten in Abstimmung mit dem Kunden verifiziert und gegebenenfalls angepasst; dabei wird der ursprüngliche Datensatz modifiziert. Anschließend erfolgt ein Prebooking beim Carrier, sodass der Sendungsdatensatz um den geplanten Abfahrtshafen, das geplante Schiff sowie den Carrier ergänzt wird.

Eine Woche vor Abfahrt werden diese Daten erneut mit dem produzierenden Kunden abgestimmt und eine Shipping-Order wird erstellt. Auf Grundlage dieses Dokuments wird das Prebooking kontrolliert und gegebenenfalls modifiziert oder bestätigt. Der Kunde bestätigt den Fahrplan nach Abstimmung mit der Produktion und die finale Buchung beim Carrier wird durch *Hellmann* durchgeführt. Der Carrier sendet nun die Buchungsdetails. Parallel werden die Container-Release-Informationen erstellt und mit der Produktion des Kunden abgestimmt und die Ware wird verladen und zum Abfahrtshafen verbracht. *Hellmann* erhält die Export-Dokumente des Produzenten und erstellt auf dieser Grundlage die notwendigen Sendungsdokumente.

Da zwischen den Abstimmungen mit dem Carrier jeweils einige Wochen liegen, werden in der Zwischenzeit die Fahrpläne manuell gesichtet, um die Buchung gegebenenfalls anzupassen. Auch ein Eingreifen des Kunden/Produzenten kann hier zu einer notwendigen Anpassung führen, z. B. aufgrund von Produktionsengpässen.

Im Rahmen des Feldversuchs wurden Änderungen an den Fahrplandaten als Störung betrachtet. Diese Änderungen beeinflussen das Abfahrts- und somit auch das Ankunftsdatum der Schiffe, sodass hieraus resultierende Verspätungen der Sendungen im Rahmen des Feldversuchs durch das SCOCC überwacht wurden.

Insgesamt sind zehn Mitarbeiter aus den Bereichen Operations-, Business-Process-Management, Business- & IS-Solutions und Global-Information-Systems mit den Vorbereitungen, der Durchführung sowie der Datenaufbereitung und dem technischen Support in dem Feldversuch eingebunden gewesen.

2.2 Datenaufbereitung

Die eingangs erwähnten drei Dokumente wurden während des Feldversuchs aus drei unterschiedlichen Quellen bereitgestellt.

Sendungsdaten

Die Sendungsdaten wurden täglich automatisiert aus dem *Hellmann*-Data-Warehouse generiert und per Mail zur Verfügung gestellt. Eine Anpassung dieser Daten in eine SCOCC-kompatible Form mit eindeutiger Referenz zu den Fahrplandaten (kurz: Referenz) wurde werktäglich manuell durchgeführt.

Fahrplandaten

Die Fahrplandaten wurden von einem externen Dienstleister in der Regel 14-tägig per E-Mail versendet. Auch hier war eine Anpassung in Bezug auf Form und Inhalt zur Schaffung einer Referenz notwendig.

Fahrplanänderungen

Die Fahrplanänderungsdateien wurden mehrmals wöchentlich durch das *Hellmann*-Shared-Service-Center per E-Mail versendet. Wie bei den anderen Dateien auch musste auch hier manuell eingegriffen werden zur Schaffung einer Referenz und Herstellung einer maschinenlesbaren Form.

Der Erstellung der Referenz kam in diesem Projekt eine besondere Wichtigkeit zu, da nur über diese Referenz eine Verbindung zwischen den drei Dateien möglich war. Eine Nutzung der Sendungsnummer war lediglich zwischen den Dokumenten „Sendungsdaten“ und „Fahrplanänderungen“ möglich, der allgemeingültige Fahrplan, welcher Schiffe unterschiedlicher Carrier enthielt, enthielt keine Sendungsreferenz. Hier musste also künstlich eine Referenz geschaffen werden, um auch die Relation zu den Fahrplandaten herstellen zu können.

2.3 Einsatz des Supply-Chain-Operations-Control-Centers

Das Supply-Chain-Operation-Control-Center war bei *Hellmann* während des Feldversuchs, im Gegensatz zu den anderen Partnern, im *Hellmann*-eigenen

Rechenzentrum aufgesetzt. Die strengen Datenschutzvereinbarungen mit unseren Kunden bildeten hierfür den Anlass.

So wurde im *Rechenzentrum Osnabrück* eine VMWare-Virtuelle Maschine mit der Supply-Chain-Event-Cloud-Installation versorgt, über eine Maria-Datenbank erfolgte die sichere Ablage und der Abruf der durch das SCOCC erstellten und aufbereiteten Daten. Eine regelmäßige Sicherung der dort eingespielten Daten und des gesamten Systems erfolgte durch die hausintern genutzte Back-up-Lösung. Durch den Einsatz einer virtuellen Maschine auf dem ESX-Cluster konnten die Mechanismen der Hochverfügbarkeit der ESX genutzt werden. Diese bestehen daraus, dass bei Nichtverfügbarkeit eines Virtualisierungshosts das System automatisch auf einem anderen Host neu gestartet wird. Das verwendete Betriebssystem ist ein Windows-Server 2008-R2-Standard mit Servicepack 1. Dem System standen 4 GB RAM zur Verfügung bei einer Prozessorleistung von 2,4 GHz. Der Zugriff auf dieses System erfolgte von den PCs der Mitarbeiter mittels einer Remote-Desktop-Verbindung, sodass in einer Instanz des SCOCCs gearbeitet werden konnte und auch Urlaubsvertretungen durch das Arbeiten in derselben Instanz mit denselben Daten möglich waren. So konnte der vertretende Operator auf die zuvor durch den nun abwesenden Operator eingelesenen Daten zugreifen, ohne diese selbst erneut hochladen und untersuchen zu müssen. Auch bei Inkrafttreten der Hochverfügbarkeitsmechanismen musste dieser Zugriff nicht geändert werden und sorgte so für eine anwenderfreundliche Möglichkeit, mit diesem System zu arbeiten.

Um die manuelle Suche nach Sendungen, die von Fahrplanänderungen betroffen sind sowie die aufwendige Suche nach Alternativen zu vereinfachen und zu automatisieren, kam das SCOCC zum Einsatz.

Hier wurden täglich die Sendungsdaten, Fahrplandaten sowie Fahrplanänderungsdaten eingespielt und das SCOCC untersuchte diese auf Übereinstimmungen. Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, erforderte das SCOCC eine bestimmte Form der Daten. Die Sendungen wurden in eine zuvor festgelegte Form gebracht, welche durch das SCOCC verarbeitbar war.

Diese Daten werden nun in das SCOCC geladen. Dazu werden sowohl die Sendungs- als auch die Fahrplan- und Fahrplanänderungsdaten importiert. Anschließend werden die Sendungsdaten und die Fahrplandaten einzeln aufgelöst und der Fahrplan wird vorbereitet. Der nächste Schritt ist die automatische Störungserkennung. Im unten gezeigten Beispiel zeigt das SCOCC die Sendung mit der Nummer 311-3376583 von Hamburg nach Zhuhai als gestört an:

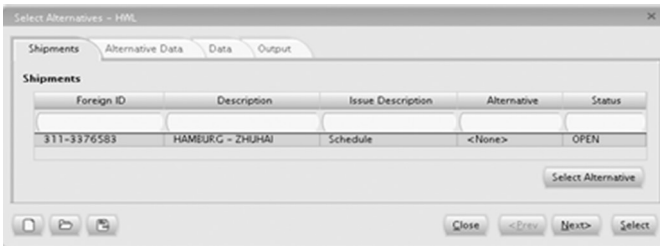


Bild 68: Beispiel einer Sendung, für welche das SCOCC eine Störung identifiziert hat

Wird diese Sendung nun ausgewählt und auf „Select Alternative“ geklickt, gibt das SCOCC mögliche alternative Schiffe, Carrier oder Abfahrtshäfen aus, ab welchen diese Sendung verschifft werden kann.

Das SCOCC schlägt in diesem Falle eine Umbuchung auf das Schiff LUDWIGSHAFEN EXPRESS vor, welches ebenfalls Hamburg als Abfahrtshafen und Zhuhai als Empfangshafen hat. Die Sendung ist ursprünglich für das Schiff MOL QUINTET vorgesehen gewesen, dessen Abfahrt sich jedoch um drei Tage vom 08.09.2015 auf den 11.09.2015 verschoben hat. Durch die Umbuchung auf das Schiff LUDWIGSHAFEN EXPRESS ändert sich das Abfahrtsdatum der Sendung auf den 06.09.2015. Diese Sendung kann demnach pünktlich in Zhuhai eintreffen.

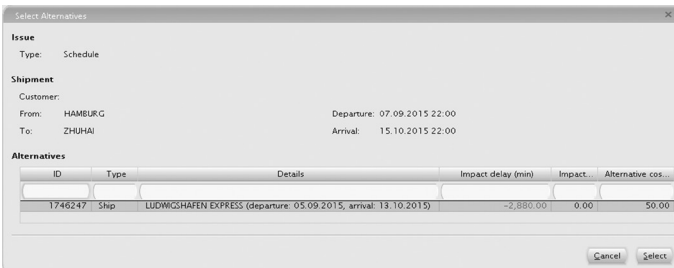


Bild 69: Vom SCOCC identifizierte Alternative für die Sendung

Das SCOCC gibt auch die Auswirkung der Alternative, in diesem Falle -2 880 Minuten, also zwei Tage, an. Die Sendung kann also zwei Tage früher ein Zhuhai eintreffen, wenn die Umbuchung durchgeführt wird.

Die entstehenden Kosten für diese Umbuchung betragen 50 Euro, da sowohl der Carrier (*Hapag-Lloyd*) als auch der Abfahrtschiffen nicht betroffen sind. Nun kann der Umbuchungsprozess vom *Hellmann*-Operator bei dem Carrier in Absprache mit dem Kunden angestoßen werden. Erst danach wird durch „Select“ diese Alternative angenommen und die Sendung erscheint in der Übersicht als gelöst.

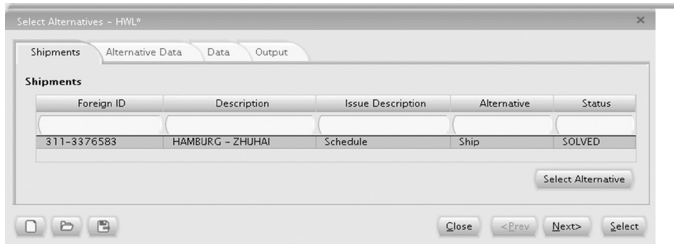


Abbildung 1: Die Störung für die Sendung ist gelöst

Bild 70: Störung für die Sendung ist gelöst

Es ist notwendig, erst die Umbuchung mit allen Beteiligten zu klären, bevor die Alternative angenommen wird, da dann im Falle eines vollständig gebuchten Schiffes oder ähnlichen weiteren Hindernissen eine andere Alternative ausgewählt werden kann. Die einmal gewählte Alternative wird in das Transportmanagementsystem übertragen und bildet die Grundlage für eine neue Prüfung auf Störungen. Durch das Aktualisieren des Sendungsdatensatzes im Transportmanagementsystem wird dieser wie ein neuer Sendungsdatensatz behandelt. Weitere, bislang ungenutzte Alternativen zum ursprünglichen Sendungsdatensatz sind im Leitstand dann nicht weiter von Relevanz.

2.4 Fazit

Insgesamt wurden von *Hellmann* 2 594 Sendungsdatensätze während des Feldversuchs in das SCOCC geladen.

Bei diesen Datensätzen kam es bei 27 Sendungen zu Störungen. Für zwölf Sendungen konnte das SCOCC 123 Alternativen in den zur Verfügung stehenden Fahrplandaten identifizieren. Bei den verbleibenden 15 Sendungen war in den Fahrplandaten keine die durch die Fahrplanänderung entstehende Lieferverzögerung verkürzende Schiffsverbindung verfügbar.

Diese 15 Störungen stellten für den Operator eine wichtige Information dar, da diese 15 Sendungen, bei welchen eine Störung vorlag, voraussichtlich verspätet am Empfangshafen eingetroffen wären. Durch die Meldung der Verspätung im SCOCC konnten die *Hellmann*-Operator die Kunden frühzeitig über eine Verspätung mit Angabe der voraussichtlichen Störauswirkung in Tagen informieren, sodass die Kunden entsprechende Maßnahmen ergreifen konnten.

Alle 123 Alternativen, die das SCOCC für die zwölf Sendungen ermittelte, erfüllten das Ziel, den Bestimmungshafen früher als mit dem ursprünglich geplanten, nun aber verspäteten Schiff zu erreichen. Ausschlaggebend bei der Auswahl der Alternative war dann der Aufwand. Bevorzugt wurde eine Umbuchung auf ein anderes Schiff desselben Carriers, da hier lediglich eine interne Aufwandsgebühr anfiel. Nach Möglichkeit vermieden wurde der Aufwand, die Sendung zu einem anderen Abfahrtsafen zu verbringen.

Die starke Dynamik der Fahrpläne führt dazu, dass Fahrplanänderungen im Bereich von bis zu zwei Tagen existieren. Dies wurde in der Anforderungsanalyse als Störung aufgenommen. Dies ist die normale Lieferzeitschwankung im Bereich der Seefracht. Die detaillierten Kennzahlen des Feldversuchs sind Bild 71 zu entnehmen.

Kennzahlen	Einheit	Feldversuch
Anzahl der Aufträge gesamt	Anzahl	2594
Anzahl der vom System gemeldeten Konflikte	Anzahl	0
Anzahl der Störungen gesamt	Anzahl	27
Anzahl der nicht erkannten (vermeidbaren) Störungen gesamt	Anzahl	0
Dauer der Lieferverzögerungen gesamt	Tage	179
Verbesserung der Lieferverzögerungen (in Prozent) gegenüber Vergleichszeitraum ohne Leitstand	Prozent	23,33
Resultierende Kostenreduktion	Euro	-1500
Resultierende KM-Reduktion	Prozent	0
Anwenderakzeptanz	Note (1...6)	2,11
Systemverfügbarkeit	Note (1...6)	1
Güte der Störungserkennung	Note (1...6)	1
Güte der Alternativenfindung	Note (1...6)	2,22
Güte der Kostenberechnung	Note (1...6)	1

Bild 71: Ergebnis des 9-wöchigen Feldversuchs von *Hellmann*, zusammengefasst

Insgesamt ist durch die beste vom SCOCC ermittelte Alternative eine durchschnittliche Lieferzeitverkürzung von 6,6 Tagen zu erreichen gewesen. Die dafür entstehenden zusätzlichen Kosten liegen bei durchschnittlich 125 Euro pro Sendung. Hier wurde mit gemittelten Erfahrungswerten der Operator gearbeitet, sodass die durch das SCOCC ermittelten Kosten sehr realistisch waren. Da *Hellmann* bei dem Seefracht-Export-Prozess keine Strafzahlungen für eine verspätete Zustellung zu leisten hatte, sind dies zusätzliche Kosten. Für einen späteren Einsatz des SCOCCs im dauerhaften Live-Betrieb wären hier entsprechende Maßnahmen (Preisverhandlungen, Kostenübernahmeregelungen) mit den Kunden einzuleiten. Der Kunde würde dafür eine bessere Verlässlichkeit des Ankunftsdatums erhalten und könnte frühzeitig die Vor- und Nachläufe an die tatsächlichen Daten anpassen, sodass eventuell anfallende Zwischenlagergebühren umgangen werden könnten.

Die Kilometerreduktion während des Feldversuchs wurde nicht errechnet, da dies lediglich einen verschwindend geringen Anteil ausgemacht hätte. Eine Alternative während des Feldversuchs war die Umbuchung einer Sendung von einem ab Hamburg fahrenden Schiff auf ein ab Bremerhaven fahrendes Schiff. Bestimmungshafen war Hong Kong. Während die zurückzulegende Entfernung zwischen Hamburg und Hong Kong ca. 25.000 km entspricht, liegen zwischen Hamburg und Bremerhaven lediglich 145 km. Somit würde bei einer Änderung des Abfahrtshafens eine Kilometersteigerung von 0,58 Prozent anfallen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass es sich bei dem Verkehrsträger *Containerschiff* bereits um ein aus ökologischer Sicht sehr effizientes Transportmittel handelt. Eventuelle Einsparungen sind im Bereich des Vor- und Nachlaufs denkbar, diese waren jedoch nicht Teil des Feldversuchs.

Zudem lag bei dem Feldversuch bei *Hellmann* aufgrund der oben genannten Tatsachen die Zeitreduktion im Fokus, keine Streckenreduktion.

Eine CO₂-Einsparung während des Feldversuchs war nicht möglich, da je nach Entstörungsmaßnahme sogar zusätzliche Transporte angefallen wären, z. B. bei dem Wechsel des Versandhafens. Auch eine Konsolidierung unterschiedlicher Sendungen, welche ursprünglich auf unterschiedlichen Schiffen verschifft werden sollten, auf ein Schiff führte leider zu keiner CO₂-Reduktion, da die ursprünglich geplanten Schiffe dennoch ihren Fahrplan einhalten. Aus diesem Grunde wurde der Aspekt der Sendungskonsolidierung auf ein Schiff auch nicht im Feldversuch betrachtet.

Abschließend lässt sich sagen, dass das SCOCC ein sehr interessanter Ansatz zur Automatisierung des stark manuellen Seefracht-Export-Prozesses bei *Hellmann* darstellt. Bis zu einem produktiven Live-Einsatz dieses Systems sind jedoch noch

einige Herausforderungen zu meistern, insbesondere bei der Qualität der operativen Daten, der Schaffung von Schnittstellen zwischen SCOCC, Fahrplandaten, Fahrplanänderungsdaten sowie dem Transportmanagementsystem, aber auch bei der Automatisierung des SCOCCs.

Nach Abschluss der Feldversuchsplanung wurde von *Hellmann* ein neues Produkt auf den Markt gebracht, *Rail Eurasia*, die Zugverbindung zwischen Asien und Europa. Besonders für die zeitkritischen Exportsendungen, die heute per Seefracht nach Asien transportiert werden und einer Störung unterliegen, kann dieser Modalitätswechsel bei Einbeziehung in die Alternativenfindung eine gute Lösung darstellen.

Die Erkenntnisse, die *Hellmann* im Rahmen dieses Forschungsprojekts gewonnen hat, sind sehr wertvoll für das Unternehmen. So wird derzeit geprüft, ob und inwieweit eine Übernahme bestimmter Workflows, welche die Erkenntnisse dieses Forschungsprojekts weitertragen, in die Inhousesysteme möglich ist.

3 Feldversuch aus Sicht von *Top Mehrwert-Logistik GmbH & Co. KG*

Als kundenorientierter Mehrwertlogistikdienstleister integriert sich *TOP Mehrwert-Logistik* tief in die individuellen Service- und Logistikabläufe der Kunden. Daraus resultiert eine hohe Anzahl verschiedener Serviceprozesse, Teilleistungen und Leistungskombinationen: Technische Services in den Staging-Centern oder direkt vor Ort beim Kunden, Warehousing, Call-Management und Transportleistungen verschiedenster Laufzeit und Modalität. Das Management dieser komplexen Prozessketten und die reibungslose Durchführung des Gesamtprozesses ist Kernkompetenz der *TOP* und elementare Anforderung in anspruchsvollen Kundenumfeldern. Eine ständige Analyse der Risiken im Netzwerkmanagement ist daher unerlässlich.

3.1 Darstellung des Anwendungsfalls

An kaum ein anderes Transportangebot werden in der Praxis so hohe Anforderungen hinsichtlich Robustheit und Agilität gestellt wie an den Hochverfügbarkeitsservice. Gleichzeitig ist kaum ein Lieferprozess so sensibel in Bezug auf Auswirkungen externer Störgrößen wie der Straßentransport „von jetzt auf gleich“ oder zu exakt fixierten Lieferterminen. Im Rahmen einer gemeinsam vom *FIR an der RWTH Aachen* und *TOP* durchgeführten Analyse der *TOP*-Geschäftsprozesse, wurde daher das bestehende Hochverfügbarkeitsnetzwerk der *TOP* als Usecase für den Feldversuch identifiziert.

TOP bietet seinen Kunden in Deutschland ein Netz von mehr als 30 Standorten, an denen dezentral Ersatzteilbestände eingelagert werden. Auf Wunsch des Kunden und abhängig von der Verteilung der Warenbestände kann bundesweit eine Lieferung ab innerhalb von 90 Minuten garantiert werden. Die Leistung steht an 365 Tagen im Jahr, 24/7 zur Verfügung.

Voraussetzung für das Erreichen des hohen Niveaus an Lieferbereitschaft und Liefertermintreue sind effiziente Lagerprozesse und eine leistungsfähige Steuerung der Transportressourcen. TOP verarbeitet dafür alle Informationen in einem modernen IT-System und baut als zentrale Koordinierungsstelle und Single-Point-of-Contact auf ein Call-Management-Center.

Der Kunde steuert seine Auftragsdaten via EDI oder Webportal ein, das kriterienbasierte Routing der Servicecalls an die ausführenden Niederlassungen und Leistungspartner erfolgt zumeist vollautomatisch und ohne Zeitverlust.



Bild 72: EPCIS-Prozessmodell TOP Mehrwert-Logistik (Bild: © FIR)

Mittels eines inhouse betriebenen Kartenservers ermittelt das TOP-IT-System die voraussichtliche Ankunftszeit der Lieferung (Liefermodell „Sofortfahrt“, Abfahrt innerhalb weniger als 30 Minuten) oder die geplante Abfahrtszeit (Liefermodell „Lieferung zu Fixtermin“) des Kuriers. Call-Management-Center und Kuriere stehen vor und während der Transportdurchführung persönlich oder per IT-Systeme in ständigem Kontakt, um bei auftretenden Störungen kurzfristig zu reagieren.

Da die Anwendung alternativer Handlungsoptionen bei Sofortfahrten aufgrund der extrem kurzen Reaktionszeiten nur in engen Grenzen möglich ist, wurde der Fokus für den Feldversuch auf das Management von Transporten mit Liefertermin > 2 h nach Auftragsingang gelegt.

3.2 Durchführung des Feldversuchs

Mit dem Call-Management-Center verfügt *TOP* bereits über ein zentrales Funktionsorgan, welches die übergeordnete Steuerung der Logistikprozesse übernimmt. Parallel zur Abwicklung des Tagesgeschäfts wurde parallel ein laufend aktuelles Abbild der Auftragsdaten im Supply-Chain-Operations-Control-Center geschaffen und durch die Anwender verwaltet. Um ein realitätsgetreues Abbild der Auftrags- und Störungssituation zu erhalten, musste der Feldversuch entsprechend den Geschäftsprozessen der *TOP* im 24/7-Betrieb durchgeführt werden. Dafür erfolgte im Vorfeld eine Schulung der Mitarbeiter dieses Fachbereichs auf die Bedienung des Software-Prototypen, die im Wechsel zueinander oder parallel das Supply-Chain-Operation-Control-Center, side-by-side mit dem *TOP*-Transport-Management-System, überwachten.

Die besondere Herausforderung beim *TOP*-Feldversuch lag darin, dass der Informationsaustausch zwischen dem Software-Prototypen und *TOP* ohne spürbaren Zeitverlust erfolgen musste. Zu diesem Zwecke war eine enge Verzahnung zwischen der Supply-Chain-Event-Cloud und den *TOP*-Systemen erforderlich. Aufbauend auf den ermittelten EPCIS-Datenmodellen wurde zwischen *PSI* und *TOP* daher eine Schnittstelle eingerichtet, auf der Auftragsdaten und Prozessereignisse als XML-Streaming im EPCIS-Datenformat ausgetauscht werden können.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" />
<ns5:EPCISDocument creationDate="2012-10-30T16:48:10.764+01:00" schemaVersion="1.0" xmlns:ns6="urn:epcglobal:epcis-masterdata:xsd:1"
xmlns:ns5="urn:epcglobal:epcis:xsd:1" xmlns:ns4="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/" xmlns:ns3="urn:epcglobal:epcis-query:xsd:1"
xmlns:ns2="http://www.uneca.org/cefact/namespaces/StandardBusinessDocumentHeader">
  <EPCISBody>
    <EventList>
      <ObjectEvent>
        <eventTime>2015-05-11T08:58:31.724Z</eventTime>
        <recordTime>2015-05-11T08:58:31.724Z</recordTime>
        <eventTimeZoneOffset>+02:00</eventTimeZoneOffset>
        <epcList>
          <action>ADD</action>
          <disposition>http://epcis.smartlogisticsgrids.de/user/vocab/disp/new_shipment</disposition>
          <extensions:extensions xmlns="http://SmartLogisticsGrid.com/epcis" xmlns:extensions="http://SmartLogisticsGrid.com/epcis">
            <Auftrag xmlns="" to="http://SmartLogisticsGrid.com/epcis">
              <shipment arrival-date="2015-05-06T15:00:00Z" departure-date="2015-05-06T13:08:00Z" shipment-type="delivery" to-city="Hamburg" to-
zip="20537" to-
id="null" from-city="Schwaig/Oberding" from-zip="85445" from-id="D8000" id="TA0827182">
                <order unique="true" item-count="1" item-id="TOP900291"/>
              </shipment>
            </Auftrag>
          </extensions:extensions>
        </ObjectEvent>
      </EventList>
    </EPCISBody>
  </ns5:EPCISDocument>
```

Bild 73: Beispiel EPCIS XML-Datensatz

Als wesentliches Merkmal wurde hier auch die planmäßige Abfahrtszeit, durch *TOP* ohne Berücksichtigung aktueller Störgrößen, ermittelt und an die Event-Cloud übertragen. Die Auftragsdaten wurden auf verschiedene Störungseinflüsse geprüft, wobei für die prototypische Anwendung der Fokus auf folgende Störgrößen gelegt wurde:

- Verkehrsstörungen
- Wetterereignisse
- Sonstige redaktionell hinzugefügte Ereignisse

Führte die Prüfung der Störgrößen zu dem Ergebnis, dass die planmäßige Abfahrtszeit nicht ausreicht und/oder eine Verspätung wahrscheinlich ist, erzeugte dies eine Störinformation. Die das System überwachenden *TOP*-Call-Manager entnahmen dem *SCOCC* die Information und leiteten weitere Bearbeitungsschritte ein.



Bild 74: Darstellung Störung im Supply-Chain-Operations-Control-Center

Um die Prognosegüte zu bewerten, validierten die Anwender die angezeigten Störungen und deren Umfang, insbesondere hinsichtlich der zu erwartenden Lieferverzögerung, gemeinsam mit Prozessbeteiligten in der betroffenen Region und durch Sekundärquellen im Internet. In den Feldversuchswochen 1 – 6 wurden zudem täglich alle in den *TOP*-Systemen codierten Lieferterminanpassungen gegen die in *SCOCC* identifizierten Störungen abgeglichen, um Optimierungsmöglichkeiten und Anpassungsbedarf am Regelwerk des Softwareprototypen aufzuzeigen.

Zur Ermittlung und Bewertung von Handlungsalternativen wurde für den Feldversuchszeitraum ein Abbild des *TOP*-Hochverfügbarkeitsnetzwerks in die Supply-Chain-Event-Cloud eingebunden. Dafür wurden die Stammdaten aus dem realen Tagesgeschäft durch *TOP* regelmäßig in aktualisierter Form in das Supply-Chain-Operations-Control-Center hochgeladen:

HVS-Netzstruktur/Standortadressen

Für den Feldversuch wurde eine Struktur von 29 Standorten aus dem *TOP*-Netzwerk berücksichtigt, im Untersuchungszeitraum kam es zu keinen Änderungen.

Artikelstammdaten

Reale Stammdatensätze zu etwa 30 000 Artikeln wurden durch *TOP* hinsichtlich enthaltener Kunden- und Lieferantendaten anonymisiert, aufbereitet und in das Tool hochgeladen. Diese enthielten die Information, ob eine in einem Auftrag benötigte Baugruppe gegen ein anderes Element gleicher Beschaffenheit substituiert werden darf oder ob die Auslagerung seriennummerngenau zu erfolgen hat.

Aktuelle Bestandsdatensätze

Parallel dazu erfolgte eine laufende Aktualisierung von rund 48 000 Bestandsdatensätzen durch die verknüpften Standort- und Mengenangaben.

Kostenmatrix

Für eine ökonomische Bewertung der Störauswirkungen und der einzuleitenden Maßnahmen wurde eine Kostenmatrix für den Feldversuch entwickelt. Nach eingehender Analyse wurden *TOP*-individuelle Parameter für SLA-bezogene Kosten (Störauswirkung), transportinduzierte Kosten (zusätzliche Fahrten, Mehr-/Minderkilometer) und Prozesskosten für manuelle operative Arbeitsschritte (Umbuchung, Stornierung etc.) definiert.

Auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Störungs-, Auftrags- und Stammdaten wurden durch die Entscheidungslogik Handlungsalternativen ermittelt und hinsichtlich der beiden Parameter Zeit sowie Kosten vorbewertet. Bei der vorangegangenen Analyse wurden die folgenden Handlungsalternativen als maßgeblich für eine Berücksichtigung im Feldversuch bewertet und in Prototypen integriert:

- Keine Änderung/Schlechtfall
- Routenänderung
- Anpassung der Plan-Abfahrtszeit
- Lieferung aus anderem Lagerort

ID	Typ	Details	Auswirkung (...)	Kosten der ...	Kosten der M...
20840	Keine And...	Aktuell im Gegensatz zu ideal: 0 min, 0 km	27,00	0,00	0,00
20840	Frühere A...	Abfahrtszeitpunkt: 24.11.2015 06:20	0,00	0,00	0,00
20840	Anderer A...	Neuer Abgangsort: BERLIN (24.11.2015 03:58)	0,00	0,00	153,51
20840	Anderer A...	Neuer Abgangsort: OSTFILDERN (24.11.2015 03:51)	0,00	0,00	155,38

Bild 75: Handlungsalternativen im Supply-Chain-Operations-Control-Center

Die angebotenen Handlungsalternativen wurden vom Anwender entgegengenommen, gemeinsam mit Kunden und Dienstleistern umgesetzt und anschließend im Supply-Chain-Operations-Control-Center und den *TOP*-IT-Systemen dokumentiert. Eine detaillierte Ergebnisbewertung erfolgte einzelfallbezogen durch die involvierten Anwender und wurde im Rahmen von Wochenberichten validiert.

Der Feldversuch wurde über zwölf Wochen durchgeführt: Auf einen vierwöchigen Probetrieb zur technischen Abstimmung und Feinjustierung der Abwicklungs- und Bewertungsparameter folgte ein achtwöchiger Bewertungszeitraum.

Insgesamt zwölf Mitarbeiter aus den Abteilungen Call-Management, Inventory-Management, IT- und Projektmanagement wurden hinsichtlich der Verwendung des Supply-Chain-Operations-Control-Centers geschult und führten den Feldversuch gemeinsam durch.

3.3 Darstellung der Ergebnisse

Im Laufe des Feldversuchs wurden von *TOP* insgesamt 2 454 Aufträge in die Event-Cloud hochgeladen und bearbeitet. Dies entspricht einem Durchschnitt von 211 Aufträgen pro Woche und 42 Aufträgen am Tag. 1 691 Aufträge davon fließen in die Ergebnisanalyse ein, bei den restlichen Aufträgen handelt sich um Datensätze aus der Probetriebsphase.

In den *TOP*-Systemen wurden 169 Anpassungen des Liefertermins protokolliert, das sind im Mittel vier Anpassungen täglich. Im Supply-Chain-Operations-Control-Center wurden insgesamt 45 Störungen identifiziert, durch die Anwender wahrgenommen und bearbeitet. In 19 Fällen wurde eine der vorgeschlagenen Handlungsalternativen umgesetzt. Im Verhältnis zu den eingeladenen Aufträgen ergibt sich eine Störfall-Quote von 1,3 Prozent.

Eine besondere Ballung der detektierten Störungen war an den Standorten Ostfildern, Essen und Berlin festzustellen. Hier lag die durchschnittliche Störungsquote deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Verursacher für 88 Prozent der im Versuchszeitraum dokumentierten Störungen sind verkehrsbedingte Verzögerungen. Ein Fahrtabbruch durch Vollsperrungen oder eine so deutliche Verspätung, dass die Lieferung gegenstandslos oder unmöglich wurde, war während des Feldversuchs nicht notwendig.

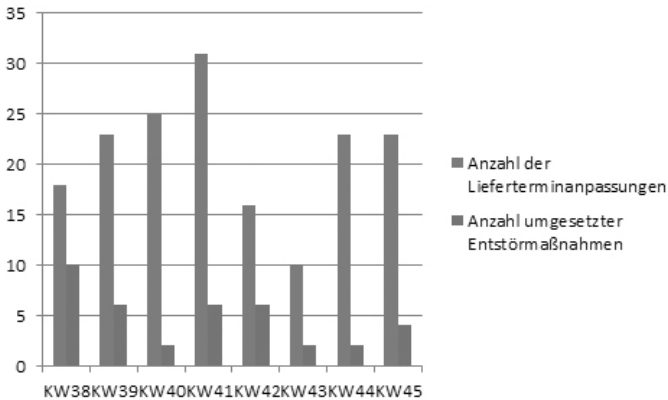


Bild 76: Anzahl der Störungen und Entstörmaßnahmen

Während der Nutzung des Leitstands konnte eine Liefertermintreue von 93 Prozent erreicht werden. Die Liefertermintreue wurde ermittelt anhand der Anzahl der zeitkonform erfüllten Aufträge, geteilt durch die Gesamtanzahl der betrachteten Aufträge. Um eine möglichst valide Vergleichsbasis zu erzeugen, wurden bei der Ermittlung keinerlei Ausschlussgründe (höhere Gewalt, unabwendbare Ereignisse, Terminanpassung auf Kundenwunsch) berücksichtigt.

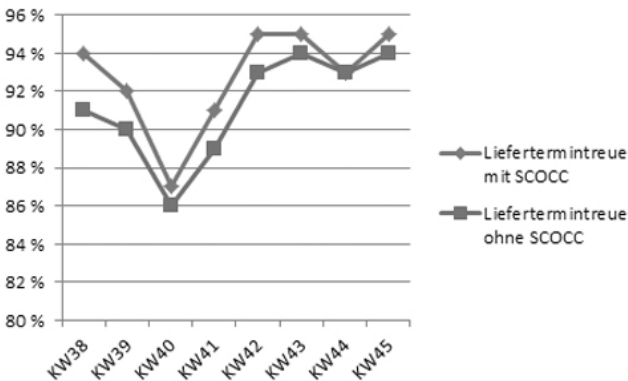


Bild 77: Einfluss des Projekts auf die Lieferermintreue

Wochenabhängig konnte die Liefertermintreue durch den Einsatz des SCOCCs um bis zu 3 Prozent gesteigert werden, im Mittel beläuft sich die Verbesserung auf

1,3 Prozent. Die Anzahl der Fälle, bei denen eine identifizierte Störgröße zu einer Nichteinhaltung des vereinbarten Liefertermins führt, konnte im Versuchszeitraum um 18 Prozent reduziert werden. Es zeigte sich eine eindeutige Abhängigkeit zwischen der zur Verfügung stehenden Zeitspanne bis zur Planabfahrtszeit und der Anzahl erfolgreich umgesetzter Entstörmaßnahmen: In 17 von 19 Fällen lag der vorgegebene Liefertermin frühestens am Folgetag, lediglich in zwei Fällen erfolgte die Lieferung taggleich.

Während des Feldversuchs konnten alle lagerrelevanten Entstörmaßnahmen so frühzeitig an die Prozessbeteiligten kommuniziert werden, dass keine zusätzlichen Umschlagskosten entstanden. Die zusätzlichen Prozesskosten für Stornierungs- und Abstimmungsprozesse mit Dienstleistern und Kunden konnte durch die Reduzierung der Transportkosten und durch die Vermeidung von Kosten durch Lieferverzögerungen überkompensiert werden. Die Anwendung einer der im Leitstand vorgeschlagenen Handlungsalternative führte bei den betroffenen Störfällen im Durchschnitt zu einer Kostenreduktion von 3,63 Prozent.

Die zurückgelegten Transportkilometer konnten durch entstörende Maßnahmen um 3,75 Prozent gesenkt werden. Die Reduktion der Transportkilometer resultierte insbesondere aus dem durch das SCOCC gewonnenen Wissensvorsprung: In Abstimmung mit dem Kunden wurden Lieferungen aus anderen, im Hinblick auf die Störung weniger beeinflussten Standorten veranlasst. War eine Liefertermineinhaltung störungsbedingt auch auf diesem Wege bereits bei Auftragseingang bereits absehbar nicht möglich, erfolgt zum Teil eine vollständige Umplanung der Lieferung unter Berücksichtigung von Konsolidierungsmöglichkeiten mit anderen Bestellungen.

Die angepeilte technische Durchflussgeschwindigkeit der Event-Informationen ab Informationseingang bei *TOP* bis zum Abschluss der Verarbeitung im SCOCC von maximal zehn Minuten konnte deutlich unterboten werden. Da der prototypische Charakter des Software-Tools eine anwenderseitige Aktualisierung erforderte, lag die reale Wahrnehmungsdauer der Anwender mit 15 Minuten am unteren Ende des Zielkorridors.

3.4 Analyse/Interpretation

Gemessen an dem hohen Ausgangsniveau im Bereich Liefertermintreue, konnte eine Verbesserung der Logistikeffizienz durch einen Anstieg von bis zu 3 Prozent fristgerecht zugestellter Sendungen eindeutig belegt werden. Um dem Ruf als Qualitätsführer in der Hochverfügbarkeitslogistik gerecht zu werden, erfolgt die dynamische Disposition durch die *TOP-Call-Manager* in erster Linie qualitätsoptimiert und in zweiter Instanz

in Richtung Kostensenkung. Vor diesem Hintergrund ist es positiv zu bewerten, dass die eingeleiteten, leistungsoptimierenden Maßnahmen gleichzeitig zu einer Senkung der Logistikkosten führten.

Im Vergleich zu den in den *TOP*-Systemen vermerkten Lieferterminanpassungen ergibt sich ein Delta von 73 Prozent, in denen im *SCOCC* keine Störung detektiert wurde. Diese Diskrepanz ergibt sich aus dem prototypischen Aufbau des Leitstands, in dem als wesentliches Störungsmerkmal eine unzureichend knapp kalkulierte Planabfahrtszeit definiert wurde. Störungsdaten, die erst nach Antritt der Fahrt in die Event-Cloud eingingen, wurden im Prototypen bewusst nicht für eine spontane Umplanung berücksichtigt. Ein Teil der nachträglich vorgenommenen Lieferterminanpassungen liegt zudem im Verantwortungsbereich der *TOP* oder ihrer Kunden und waren somit nicht Gegenstand des Feldversuchs.

Die im *SCOCC* vorgeschlagenen Entstörmaßnahmen waren aus Sicht der *TOP* jederzeit anwendbar und plausibel, auf eine Anwendung wurde in 26 Fällen dennoch verzichtet, weil die Kosten für eine Entstörung zu hoch, die Ergebnisverbesserung zu gering oder eine kurzfristige Umplanung nicht im Sinne des betroffenen Kunden war.

Die Anzahl zur Verfügung stehender und kosteneffizienter Handlungsalternativen zeigte sich stark abhängig von der zur Verfügung stehenden Zeitdauer bis zum Transportbeginn. Es ist daher davon auszugehen, dass eine Berücksichtigung zusätzlicher Störereignisse, eine Ausweitung auf andere, langfristige Transportleistungen und die Umplanung von bereits gestarteten Transporten noch großes Potenzial hinsichtlich einer Steigerung der Effizienz böte.

Ebenso konnte eine quantitativ belegbare Reduzierung der im Störungsfall zurückgelegten Transportkilometer erreicht werden. Gerade die Vermeidung von Fehlanfahrten aufgrund von Nichteinhaltung des Liefertermins führte zu einer Vermeidung unnötiger Transportkosten und Emissionen.

Der Feldversuch zeigte auch eine Ballung der umgesetzten Entstörmaßnahmen in bestimmten regionalen Gebieten, deren relatives Verhältnis klar überdurchschnittlich zur regionalen Auftragsverteilung lag. Diese Erkenntnis ist für *TOP* besonders bedeutsam, da auftretende Störungen häufig eine höhere Anzahl von Aufträgen gleichzeitig betreffen und somit interne Folgestörungen wie z. B. Fahrermangel verursacht werden. Die frühzeitige Information über zu erwartende Störungen und das proaktive Entgegenwirken gegen deren Auswirkungen hat einen klar positiven Einfluss auf die Robustheit des störungsanfälligen Hochverfügbarkeitsnetzes.

Wo vor Beginn des Feldversuchs Störungen reaktiv durch die Fahrer an das *TOP*- Call-Management-Center gemeldet wurden, konnte die Information nun bereits proaktiv in umgekehrte Richtung erfolgen. Von den Anwendern wurde diese Umkehrung als durchweg vorteilhaft empfunden, die sich sowohl auf die Kommunikation mit Kunden und Dienstleistern als auch auf die Möglichkeiten, Störauswirkungen zu minimieren, positiv auswirkte.

Die Wirksamkeit des Vorhabenansatzes konnte durch den Feldversuch belegt werden. Ausbau- und Steigerungspotentiale erwartet *TOP* insbesondere durch eine bidirektionale Anbindung der Event-Cloud an das hauseigene TMS, um den Informationsaustausch weiter zu beschleunigen, sowie durch das Hinzufügen weiterer Eventquellen.

4 Feldversuch aus Sicht von *Zitec Industrietechnik GmbH*

4.1 Beschreibung des Untersuchungsbereichs – Zentrallogistik der *ZITEC Industrietechnik GmbH*

Das logistische Herzstück der Unternehmung zur Sicherstellung der logistischen Lieferfähigkeit sowie den wesentlichen Betrachtungsbereich des Feldversuchs stellt das Logistikzentrum am Hauptsitz in Plattling dar. 127 m Länge, 70 m Breite und 14 m Höhe sind die Eckdaten des *ZITEC*-Logistikzentrums in Plattling. Auf insgesamt 12.500 qm Fläche finden die Abteilungen *Wareneingang*, *Warenausgang*, *Kommissionierung*, *Versand*, *Verpackung*, *Hydraulik-Fertigung* und der *Thekenverkauf* Platz.

Ein Kernelement des neuen Logistikzentrums bildet das Intralogistiksystem mit automatischem Kleinteilelager (AKL) und vollautomatischer Förderanlage. Das System ermöglicht durch weitgehende Automatisierung eine gesteigerte Kommissionierleistung und höhere Leistungsfähigkeit bei den Ein- und Auslagerungen. Wurden bisher 600 000 Auslagerungen durchgeführt, sind durch das neue Logistikzentrum 1 665 000 Auslagerungen möglich.

Das AKL mit acht Lagergassen und acht vollautomatischen Regalbediengeräten befindet sich auf einer Fläche von 1.500 qm und bietet Stellplatzkapazitäten für 80 000 Behälter. Kombiteleskope als Lastaufnahmemittel an den Regalbediengeräten nehmen pro Stunde bis zu 1 200 Ein- und Auslagerungen im AKL vor. Eine umfangreiche, über drei Etagen gehende Behälter- und Kartonförderanlage ermöglicht einen effizienten Warentransport und verbindet die 25 Arbeitsstationen

in Wareneingang, Kommissionierung, Verpackung, Versand und Warenausgang. Die Förderanlage erfüllt dabei höchste Anforderungen bezüglich Leistung und Nachverfolgbarkeit.

Für eine effiziente Auftragszusammenstellung im Kommissionierprozess setzt *ZITEC* eine individuell angepasste Kommissionierlösung ein. Diese erfüllt insbesondere die gestiegenen logistischen Anforderungen hinsichtlich Auftragsdurchlaufzeiten und Kommissionierleistung. Durch eine automatische Wegfindung und Bereitstellung der Waren an den Kommissionierarbeitsplätzen lassen sich Geschwindigkeit und Genauigkeit bei der Zusammenstellung von Kundenbestellungen signifikant steigern.

Im Hinblick auf die Vielschichtigkeit der Anforderungen wird durch eine modulare Architektur des Intralogistiksystems eine hohe Zukunftssicherheit garantiert. Lagergassen, Wareneingang, Kommissionierung oder Verpackung lassen sich dabei flexibel erweitern und zusätzliche Arbeitsplätze in das System integrieren.

4.2 Planung und Aufbau des Feldversuchs

Die Planung des *ZITEC*-Feldversuchs lief iterativ in mehreren Planungsstufen ab. Die erste Planungsstufe umfasste die inhaltliche und prozessuale Beschreibung des Untersuchungsraums für den Feldversuch. Hier wurde in Zusammenarbeit mit dem *FIR*, *PSI* und *GS1* ein Prozessmodell definiert (s. Bild 78, S. 137). Der Feldversuch wurde ausschließlich im Vertrieb sowie am Zentrallogistikstandort in Plattling durchgeführt und beschränkte sich auf das Monitoring von Kundenauftragspositionen (Reduzierung auf eine Schicht in der Logistik), die alle durch *ZITEC* zu liefernden Wälzlager enthalten. Bei Auftreten einer Störung sollte der Kommissionierer diese Informationen erfassen und durch eine IT-gestützte Lösung an den Vertrieb weitergeben. Ziel des *ZITEC*-Feldversuchs war es, anhand dieser und weiterer echtzeitbasierter Informationen eine schnelle Risiko- und Kostenevaluierung dem Vertriebsmitarbeiter an die Hand zu geben, anhand derer er entscheiden kann, wie der Kundenbedarf aufgrund der aufgetretenen Störung zu bedienen ist. Der Vertriebsmitarbeiter konnte anhand des Leitstandprototyps die relevanten Informationen über die Störung aufrufen sowie die bewerteten Handlungsalternativen auswählen.

In der zweiten Planungsstufe wurden anhand des Prozessmodells standardisierbare und durch die bestehende *ZITEC*-IT-Infrastruktur theoretisch erzeugbare Auftragsstatus abgeleitet und definiert (Z-1 – Z-5; s. Bild 78, S. 147). Die Auftragsstatus stellen die Basis für die standardisierbaren EPCIS-Events dar (theoretische Maximalausprägung).



- Z-1: Tagesbestand des Lagers
- Z-2: Auftragsdaten
- Z-3: Pickliste oder Störereignis (Waren nicht laut Tagesbestand verfügbar)
- Z-4: Kommissionieren oder Störereignis (Waren nicht verfügbar)
- Z-5: Bereitstellen der Waren: Abschluss des Auftrags

Bild 78: EPCIS-Prozessmodell zur Realisierung des Feldversuchs bei der ZITEC Industrietechnik GmbH (Bild: © FIR, ZITEC Industrietechnik GmbH)

In der dritten Planungsstufe wurden die theoretisch ermittelten Auftragsstatus mit den tatsächlich durch die ZITEC-IT erzeugbaren Auftragsstatus abgeglichen und festgelegt. Für den ZITEC-Feldversuch kommen alle Auftragsstatus zum Einsatz exkl. Z-3 (s. Bild 78). Wichtig für die Erzeugung der Auftragsstatus war die automatisierte Bereitstellung der Daten auch über verschiedene miteinander integrierte Auftragsabwicklungssysteme hinweg, um eine aufwandseffiziente Datenbereitstellung für den Prototypen zu gewährleisten – keine Notwendigkeit einer manuellen Anreicherung der Daten.

In der vierten Planungsstufe wurden die inhaltlichen und prozessualen Anforderungen mit den Entwicklern des Prototyps diskutiert und abgestimmt. Ein wesentliches Ergebnis dieser Planungsstufe, basierend auf den Ergebnissen der ersten drei Planungsstufen, war die Ableitung des Datenbedarfs, um eine schnelle Risiko- und Kostenevaluierung sowie die Störungserfassung zu realisieren. Grundvoraussetzung zur Inbetriebnahme des Prototyps waren folgende Daten – s. Bild 79 (s. S. 138).

Die fünfte und letzte Planungsstufe umfasste die technische Realisierung und Bereitstellung des Prototyps für den ZITEC-Feldversuch durch PSI. Des Weiteren waren einige ZITEC-interne Vorbereitungen zu treffen, um die Durchführung des Feldversuchs zu realisieren:

- interne Schulungen der Logistik- und Vertriebsmitarbeiter an die Bedienung des Prototypen
- Aufbau der technischen Hardware

Art der Daten	Stufe	Übermittlung
Standortdaten	1-4	Einmaliger Import
Artikelstammdaten	1-4	Täglicher Import
CRM-Daten	1-4	Einmaliger Import
Auftragsdaten	1-2	Täglicher Import
	4	Echtzeit-Übertragung
Lagerbestände	1-4	Täglicher Import

Bild 79: Grobdarstellung des Datenbedarfs zur Durchführung des ZITEC-Feldversuchs

4.3 Durchführung des Feldversuchs

Die Durchführung des Feldversuchs bei ZITEC umfasste rund acht Wochen. Vor Beginn des Feldversuchs wurden interne Schulungen zur Anwendung des Prototyps sowie ein zweiwöchiger Probetrieb durchgeführt, um einen möglichst fehlerfreien und reibungslosen Feldversuch zu gewährleisten. Es waren mehr als 15 Leute abteilungsübergreifend an dem Feldversuch, beginnend von der Planung bis zur Durchführung, involviert.

Zur Durchführung des Feldversuchs mussten täglich morgens vor Beginn der Vertriebsaktivitäten die Bestandsdaten (Tagesabschluss vom Vortag) aus dem Warenwirtschaftssystem aktualisiert und in den Prototypen geladen werden. Sollten im Zeitraum des Feldversuchs neue Artikel in das Wälzlagersortiment aufgenommen worden sein, die zudem noch lagerbestandsführend waren, mussten diese ebenfalls aktualisiert werden (s. Bild 80, S. 139). Dieser Abgleich sowie die Einspielung fand durch einen Business-Analyst statt, der sich parallel mit der Logistik- und Vertriebsleitung hierzu abgestimmt hat.

Nachdem der Vertriebsinnendienstmitarbeiter einen Kundenauftrag erfasst hat, wird dieser in seine Auftragspositionen aufgesplittet in die Logistik zur Kommissionierung übertragen. Vor der Erfassung wurde bereits eine Termin- und Mengenprüfung (inkl. Zulauf bereits bestellter Ware) durchgeführt, um sicherzustellen, dass die entsprechenden Auftragspositionen auch von der Logistik bearbeitet werden können. Zeitgleich nach der erfolgreichen Erfassung wird der Auftragsstatus Z-2 – Auftragseingang und Bestandsabfrage durch ein EPCIS-Event erfasst und gespeichert. Der Logistikmitarbeiter ist nun in der Lage, alle relevanten Auftragspositionen zu kommissionieren und für den Versand bereitzustellen.

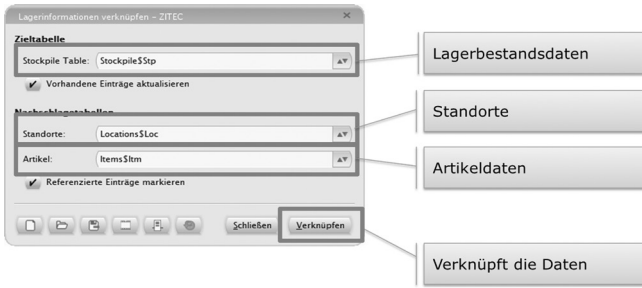


Bild 80: Tägliche Aktualisierung der Unternehmensdaten zur Inbetriebnahme des Prototyps

In der Logistik waren mehrere Kommissionierer involviert, die neben ihrer eigentlichen Tätigkeit in Echtzeit die Störungen (Ware nicht vorhanden, obwohl durch die Termin- und Mengenprüfung im Warenwirtschaftssystem kein Fehler angezeigt wurde) anhand des Prototypen Web-Clients erfasst haben. Der Kommissionierer wird durch die ZITEC-interne Logistiksoftware visuell hingewiesen (grün, links im Bild mit Pfeil gekennzeichnet), wo, in welcher Menge und welcher Artikel für welchen Auftrag zu entnehmen ist (s. Bild 81).

Ist der Artikel dann nicht physisch im Lagerbehälter verfügbar, erfasst der Kommissionierer über den Web-Client des Prototyps die Störung (s. Bild 82, S. 140).

Nach der Erfassung der Störung durch den Logistikmitarbeiter erhält der Vertrieb die Information und kann anhand der Auftragsinformationen folgende Handlungsalternativen auswählen:

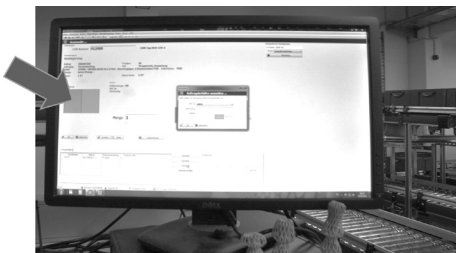


Bild 81: Systemgestützte Kommissionierung bei ZITEC



Gestörter Auftrag

Geltung von: 21.07.15
 Geltung bis: 22.07.15
 Auftragsnummer: 12345678
 Kundennummer: 1011
 Artikelnummer: 725893
 Auftragspositionen: 12345678A1, 725893, 10

Format: Auftragsnummer, Artikelnummer, Menge...
 Beispiel: Z23811, 833459, 3, Z54211, 1387521, 1

Eingabe der Auftragsdaten des gestörten Auftrags

Sendet das Event

Statusmeldung

Bild 82: Störungserfassung über den Web-Client des Prototyps

- Warten
 -> Fehlmengende wird vom Einkauf nachbestellt, Komplettlieferrung nach Zugang der Ware im Lager
- Auftragsstornierung
- Direktlieferung vom Hersteller an den Kunden
- Teillieferung der vorhandenen Menge
 -> Fehlmengende wird vom Einkauf nachbestellt und nachgeliefert

Im Vertrieb trifft diese Information zentral ein. Der Vertriebsinnendienstkoordinator prüft anhand der aus der Störung übermittelten Auftragsinformationen (s. Bild 82) die Vertriebsteamuordnung und leitet diese Informationen an das zugehörige Vertriebsteam weiter.

Das Vertriebsteam nimmt sofort mit dem identifizierten Kunden Kontakt auf und stimmt mit ihm die verschiedenen Handlungsalternativen ab. Nach erfolgreicher Abstimmung mit dem Kunden gibt das Vertriebsteam die gewählte Handlungsalternative an den Vertriebsinnendienstkoordinator weiter, der anschließend diese in dem Prototyp systemtechnisch erfasst (s. Bild 83).

Systemseitig werden für jede Handlungsalternative die entstehenden Mehrkosten ermittelt und transparent dem Vertriebsmitarbeiter vom Vertriebsinnendienstkoordinator parallel zu den Kundengesprächen auf Anfrage mitgeteilt.



Bild 83: Beispielhafte Abwicklung einer Handlungsalternative

4.4 Ergebnisse des Feldversuchs

Im Laufe des Feldversuchs wurden von ZITEC insgesamt innerhalb der acht Wochen 46 432 Aufträge in die Event-Cloud hochgeladen und bearbeitet (s. Bild 84). Dies entspricht einem Durchschnitt von 5 804 Aufträgen pro Woche. Innerhalb dieses Zeitraums wurden insgesamt 283 Störungen gemeldet – durchschnittlich 35 Störungen pro Woche.

Durch den Feldversuch sowie den Einsatz des Prototyps konnte die Lieferverzögerung um ca. 45 Prozent für das ausgewählte Artikelspektrum verbessert werden sowie eine damit verbundene Prozesskostenreduktion um ca. 20 Prozent erzielt werden (s. Bild 85).

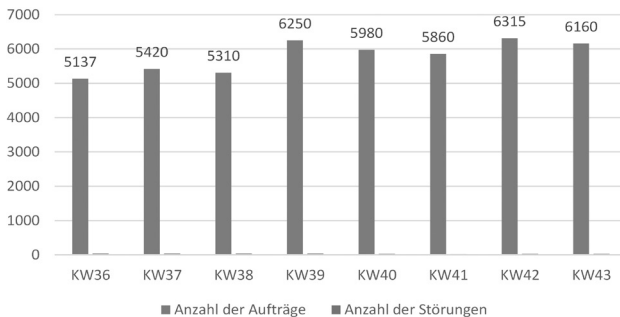


Bild 84: Aufträge und Störungen – ZITEC-Feldversuch

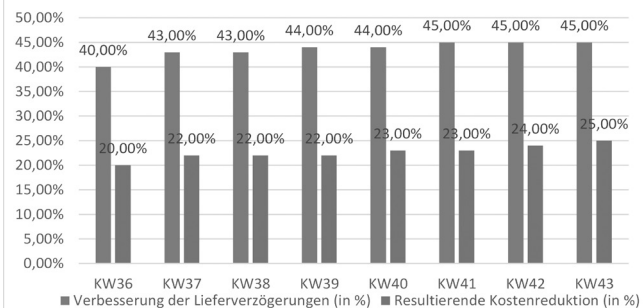


Bild 85: Optimierungspotenzial – ZITEC-Feldversuch

Die Lieferterminverzögerungen konnten insbesondere durch die echtzeitnahe Informationsbereitstellung der Nichtverfügbarkeit des Artikels an den Vertrieb durch gezielte Kundengespräche und Lieferantenhinweise deutlich reduziert werden. Die sich daraus ergebenden Kostenreduktionen durch gezielt gerichtete Informationsflüsse in Richtung Kunden und Lieferanten sowie durch die verbesserte Transparenz des Auftragsstatus in Richtung Kunden ließen interne Mehraufwände durch die ansonsten manuell monetär zu ermittelnden Handlungsalternativen sinken.

F Projektzusammenfassung und -ergebnisse

1 Projektzusammenfassung

Ziel des Projekts „Smart-Logistic-Grids – Anpassungsfähige multimodale Logistiknetzwerke durch integrierte Logistikplanung und -regelung“ war es, die stetig steigende Komplexität in der globalen Wertschöpfung und die zunehmende Dynamik auf den Beschaffungs- und Absatzmärkten durch eine intelligente Logistiksteuerung beherrschbar zu machen. Im Zentrum des Projekts stand dabei die Entwicklung des Supply-Chain-Operations-Control-Centers. Dieser Leitstand war bei den Anwendungsunternehmen aufgebaut und über die Supply-Chain-Event-Cloud verbunden.

In der Supply-Chain-Event-Cloud wurden in einem öffentlichen Bereich Schnittstellen zu Datenquellen wie Verkehrsdaten oder Wetterdaten geschaffen. In einem privaten Bereich wurden diesen Daten die Auftragsdaten gegenübergestellt. Die Software des Supply-Chain-Operations-Control-Centers war in der Lage, Verkehrsstörungen und Unwetterereignisse mit den Auftragsdaten zu verbinden und so Störungen für das eigene Liefernetz zu identifizieren. Festgelegte Handlungsalternativen wurden bezüglich weiterer Störungen und möglicher Kosten bewertet und dem Anwender vorgeschlagen. Somit war der Anwender in dem Feldversuch in der Lage, die Störung aufzulösen.

Die Software war in den drei Anwendungsfällen bei *TOP Mehrwert*, *Zitec* und *Hellmann* im Einsatz. In dem zwölfwöchigen Feldversuch war die Software dabei realen Bedingungen ausgesetzt. Auch wenn die Anforderungen in allen drei Anwendungsfällen sehr unterschiedlich waren, war die Bewertung der Anwender sehr positiv. Dies spiegelt sich auch in den Projektergebnissen wider, mittels derer die Erreichung der im Vorfeld definierten Ziele gemessen wird.

2 Projektergebnisse

Die Projektergebnisse lassen sich anhand der festgelegten Projektziele einordnen und bewerten. Zu den unmittelbaren wissenschaftlichen und technischen Arbeitszielen, die in den vorherigen Kapiteln bereits beschrieben wurden, adressierte das Projekt übergeordnete Ziele, die ökologischer, ökonomischer sowie organisatorischer Natur sind und sich in vier konkrete Zielstellungen formulieren lassen:

1. Steigerung der Effizienz
2. Verbesserung der Robustheit

-
3. Minimierung von Störauswirkungen
 4. Steigerung der Ressourceneffizienz

Für jedes dieser Ziele wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens geeignete Maßnahmen generiert, deren Erfolgsbeitrag anhand spezifizierter Kennzahlen während der Laufzeit des Projekts und danach beurteilt wurde. Die Auswahl der Kennzahlen orientierte sich größtenteils an den bereits heute durch die Projektpartner erhobenen Indikatoren.

2.1 Steigerung der Effizienz des Gesamtsystems

Durch den Einsatz der Event-Cloud und des Supply-Chain-Operations-Control-Centers sollte die Effizienz des Systems in seiner Gesamtheit gesteigert werden. Dies wird durch die kontinuierliche Überwachung und echtzeitnahe Regelung der Logistiknetze gewährleistet. Die Integration verschiedener Akteure ist durch Kennzahlen abbildbar, die jeweils eine Quantifizierung ermöglichen.

In den Feldversuchen konnte eine Steigerung der Effizienz des Gesamtsystems nachgewiesen werden. Es wurde eine kontinuierliche Überwachung des Gesamtsystems sichergestellt, die über die Kennzahl der insgesamt erfassten Aufträgen abgebildet wird. Die hohe Systemverfügbarkeit und die Güte der Ergebnisse unterstützen diese Aussage. Aufgrund der angewendeten Alternativvorschläge war ebenfalls eine echtzeitnahe Regelung der betrachteten Logistiknetzwerke gegeben. Eine weitere Steigerung der Effizienz des Gesamtsystems ist auch über die folgenden drei Kennzahlen impliziert.

2.2 Verbesserung der Robustheit

Gesteigerte Robustheit als Maß für die Stabilität logistischer Netze während des Auftretens von Störungen ist eines der wichtigsten Ziele dieses Forschungsvorhabens, das durch mehrere Maßnahmen erreicht werden soll. Zunächst ist die Schaffung von Transparenz unerlässlich. Hierzu muss die Informationsverfügbarkeit und somit die Anzahl an Informationsquellen, die dem Supply-Chain-Operations-Control-Center zur Verfügung stehen, erhöht werden. Im geplanten Supply-Chain-Operations-Control-Center wird deshalb nicht nur auf externe Informationen wie Wetter- oder Verkehrsdaten, sondern auch auf interne Prozessinformationen zurückgegriffen.

Mit dem entwickelten System lässt sich ebenfalls die Robustheit logistischer Netze erhöhen, wie die Feldversuche zeigten. In den Feldversuchen konnte neben den unternehmensinternen Datenquellen auch auf Verkehrs- und Wetterdaten zurückgegriffen werden. Zu nennende Kennzahlen sind die Erhöhung der Liefertermintreue und die Anzahl der identifizierten Störungen bzw. die Dauer der Lieferverzögerung insgesamt. Diese Kennzahlen konnten innerhalb der Feldversuche bei den Praxispartnern erhöht werden. Nur mit einer Identifizierung von Störungen lassen sich Maßnahmen treffen und die Robustheit des Systems steigern.

2.3 Minimierung von Störauswirkungen

Logistiknetze sind nur bis zu einem gewissen Grad fehlertolerant. Tritt eine Vielzahl von Störungen oder eine Menge besonders schwerwiegender Störungen auf, so hat dies zwangsläufig Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit des Netzwerks. Der Erfolg eines entsprechenden Maßnahmenkatalogs kann über die Reduzierung des durchschnittlichen ökologischen Rucksacks und die Vermeidung von störereignisinduzierten Zusatzkosten bewertet werden.

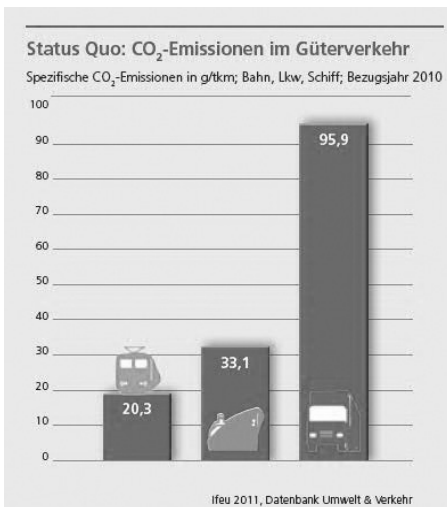


Bild 86: Vergleich der Transportmodi

Die Minimierung der Störauswirkung kann über eine Kostenreduktion und eine Reduktion der Schlechtleistung gemessen werden. Diese Kennzahlen wurden während des Feldversuchs bei den Praxispartnern erhoben und in Summe lässt sich eine Verbesserung dieser Kennzahlen feststellen, sodass das Teilziel der Minimierung der Störauswirkung als erfüllt angenommen werden kann.

2.4 Steigerung der Ressourceneffizienz

Sämtliche Monitoring- und Unterstützungsfunktionen des Supply-Chain-Operations-Control-Centers sollen dazu beitragen, die CO₂-Emission der geregelten Logistiknetze zu verringern. Durch verbesserte Routenführung und die hierdurch zu erwartenden geringeren Stauzeiten kann von einem Rückgang der durchschnittlich pro Auftrag ausgestoßenen Treibhausgase ausgegangen werden. Es wird erwartet, dass bereits alleine durch eine EDV-gestützte echtzeitnahe Disposition die CO₂-Emission um mehr als 10 Prozent verringert werden kann. Teilziel des Projekts war eine reale CO₂-Reduktion um 1,5 Prozent, die innerhalb der Feldversuche nachgewiesen wird.

Zur Messung der Zielerreichung kann im Feldversuch von *TOP Mehrwert* die Kennzahl der prozentualen resultierenden KM-Reduktion genutzt werden, da hier ein direkter linearer Zusammenhang zu dem CO₂-Ausstoß vorliegt. Hierbei ergab sich innerhalb des Feldversuchs eine durchschnittliche Reduktion um 3,75 Prozent. Bei den anderen Feldversuchen existieren keine realen Reduktionen, da bei *Zitec* nur die Kommissionierung im Feldversuch betrachtet wurde und im Feldversuch der Firma *Hellmann* nur der Carrier gewechselt wurde, die Route und damit der CO₂-Ausstoß blieben konstant.

3 Zusammenfassende Bewertung der Projektergebnisse

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Projektteam die in dem Projekt aufgesetzten Ziele erreicht hat. In den Feldversuchen konnte unter realen Bedingungen gezeigt werden, dass durch eine EDV-Unterstützung ökologische, ökonomische sowie organisatorische Kennzahlen verbessert werden können und das implementierte System diese auch erfüllt.

SLG-Projektkonsortium

PSI Logistics GmbH

Die *PSI* ist eines der ältesten deutschen Software- und Systemhäuser, unter diesem Namen existent und bekannt seit 1969. In diesem Jahr verließen junge Ingenieure das damals

hoch angesehene Institut für Automation der *AEG* und gründeten die Firma *PSI* mit Sitz in Berlin. Das Arbeitsgebiet war die Erstellung von Software für die Prozessautomatisierung. Unmittelbar nach der Eröffnung des neuen Marktes an der deutschen Börse wandelte sich die *PSI* in eine AG und ist seit 2011 am TecDax der Frankfurter Wertpapierbörse notiert. *PSI* hat sich von einer 5-Mann-Firma zu einer international agierenden Firmengruppe entwickelt, die große internationale Projekte in vielen Kontinenten durchführt. Projekte u. a. in China, Malaysia, Thailand, Kanada, Brasilien, Russland, Frankreich und Spanien zeigen, dass *PSI* auch Projekte in Ländern gewinnt, in denen das Unternehmen nicht mit einer Niederlassung vertreten ist. Das zeugt sowohl von einer hohen Sichtbarkeit als auch von der beachtlichen Funktionalität und Qualität der angebotenen Produkte und Dienstleistungen. Heute arbeiten ca. 1 500 Mitarbeiter an 24 Standorten, davon sind elf Standorte in Deutschland. Der Umsatz der *PSI AG* lag 2010 bei ca. 160 Mio. Euro, der Hauptsitz ist Berlin.

Die *PSI Logistics GmbH* ist die Tochter der *PSI AG*, die die Kompetenz des Konzerns in der Logistik für den Markt bündelt. Sie hat in den Geschäftsstellen in Aschaffenburg, Dortmund, Hamburg, Berlin, München und Moskau mehr als 140 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend Ingenieure, Mathematiker, Informatiker und Physiker. Es sind sowohl junge Hochschulabsolventen als auch erfahrene Fachleute, die sich zum Teil seit mehr als zwei Jahrzehnten auf die Entwicklung von Informationssystemen für die Logistik spezialisiert haben. Die *PSI Logistics* agiert mit diesem Hintergrund in der Spitzengruppe der europäischen IT-Unternehmen, die in der Logistik tätig sind.

Für die strategische Analyse, Planung und Optimierung von Logistiknetzwerken stellt beispielsweise die Software *PSIglobal* ausgereifte Ansätze bereit. Dabei werden Umschlags-, Lager- und Transportkosten unter Berücksichtigung komplexer Logistikstrukturen und Restriktionen wie Transport- und Lagerkapazitäten, Zeitfenstern und Sortimenten optimiert. *PSIglobal* beherrscht komplexe Logistiknetze mit umfangreichen Daten wie Sendungen, Orte, Entfernungen und Kostendaten zu steuern.

Die Erfahrungen mit *PSIglobal* begannen im Jahr 1993. Im Laufe der Jahre wurde das Programmsystem bisher drei Mal komplett neu entworfen und neu aufgesetzt, um den Marktanforderungen zu entsprechen. Durch regelmäßige Releases wird die Software permanent erweitert und mit neuen Programmfunktionen ausgestattet.

Die *PSI Logistics GmbH* ist regelmäßig in verschiedenen Forschungsprojekten aktiv beteiligt.

FIR e. V. an der RWTH Aachen

Der *FIR e.V. an der RWTH Aachen* ist eine gemeinnützige, branchenübergreifende Forschungseinrichtung an der *RWTH Aachen*, die seit über 50 Jahren auf dem Gebiet der Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung für Produktions- und Dienstleistungsunternehmen tätig ist. Mit insgesamt 130 Mitarbeitern in den Bereichen Produktionsmanagement, Dienstleistungsmanagement, Informationsmanagement und Business-Transformation betrachtet und verbessert das *FIR* die Wertschöpfungsketten moderner Industrien umfassend. Als Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen fördert das *FIR* die Forschung und Entwicklung zugunsten kleiner, mittlerer und großer Unternehmen.

Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG

Hellmann Worldwide Logistics hat sich seit seiner Gründung 1871 zu einem der großen internationalen Logistikanbieter entwickelt. Das inhabergeführte Unternehmen ist mit einem weltweiten Netzwerk mit 19 300 Beschäftigten in 443 Büros in 157 Ländern vertreten. *Hellmann* hat im Jahr 2014 mit 12 872 Mitarbeitern einen Umsatz von 3 Mrd. Euro erzielt. Die Dienstleistungspalette umfasst die klassischen Speditionsleistungen per LKW, Schiene (auch zwischen Asien und Europa), Luft- und Seefracht, genauso wie ein umfangreiches Angebot für KEP-Dienste, Contract-Logistics, Branchen- und IT-Lösungen sowie Lösungen im Bereich Recycling, Schulungen und Versicherungen. *Hellmann* transportiert Güter, Daten und vor allem Know-how. Consulting in allen Bereichen ist heutzutage die Ergänzung zu den klassischen Kerngeschäften.

Spezielle Branchenlösungen werden in den Bereichen Automobil und Landmaschinen-Zulieferung, Bekleidung, temperaturgeführte Güter, Krankenhauslogistik, Pharmazie, Erneuerbare Energien, Zulieferung in der Schifffahrtsindustrie und E-Commerce angeboten. Gemeinsam mit den Schwestergesellschaften *PCO* und *HPM* wird das umfassende Dienstleistungsangebot abgerundet.

TOP Mehrwert-Logistik GmbH & Co. KG

Entstanden aus der bereits 1930 in Hamburg gegründeten Spedition „*Friedrich H.H. Wendt*“, vereint *TOP Mehrwert-Logistik* die komplette Erfahrung aus über 80 Jahren Logistik und erlangte zunächst vor allem im Bereich der Hochverfügbarkeitslogistik einen Namen. Die Zustellung von Ersatzteilen bundesweit innerhalb von 1 ½ Stunden nach Auftragseingang als ein wegweisendes neues Konzept ist noch heute eines der Standbeine des Unternehmens. Viele Kunden aus den Bereichen der Telekommunikation, IT, Medizintechnik und dem Einzelhandel vertrauen auf die Qualität und den Service, den ihnen die *TOP Mehrwert-Logistik* an 365 Tagen im Jahr, rund um die Uhr

liefert. Gesteuert wird der Service aus der Unternehmenszentrale in Hamburg durch hochmotivierte Call-Management-Teams, welche einerseits die Auftragssteuerung und Überwachung übernehmen und andererseits die Auftragsannahme für die Kunden abwickeln und ihnen bei Rückfragen oder Änderungen 24/7 zur Verfügung stehen. Für die *TOP Mehrwert-Logistik* sind mehr als 600 technische Kurier und etwa 200 zertifizierte Techniker bundesweit an 30 Servicestützpunkten stationiert, um schnell und flexibel beispielsweise Geräte auszutauschen, Leihgeräte zu installieren, Reparaturen durchzuführen oder im Rahmen der Herstellergarantie Serviceleistungen zu erbringen. Ferner kann das Unternehmen auf etwa 1 000 Kurier zurückgreifen. *TOP Mehrwert-Logistik* verbindet Technik mit Logistik und bietet seinen Kunden individuelle technische Serviceleistungen in unterschiedlichen Eskalationsstufen: von „Jetzt auf Gleich“ oder „Für den Morgen danach“, vom Basic-Level mit Anlieferung und Inbetriebnahme bis zum High-Level mit Reparaturen und komplexen Installationen innerhalb von Netzwerken.

Mithilfe eines fortschrittlichen Logistiksystems in Kombination mit qualifizierten Technikern ist es der *TOP Mehrwert-Logistik* möglich, adäquat auf die individuellen Kundenbedürfnisse einzugehen. Kurzfristige „Feuerwehreinsätze“ können nur durchgeführt werden, wenn die benötigten Ressourcen wie Personal und Ersatzteile flexibel disponierbar sind. Das Spektrum der Leistungserbringung geht über das eines reinen Logistikdienstleisters oder Reparaturservices hinaus. Getreu der Philosophie des Unternehmens „Individualität ist unser Standard“, bietet *TOP Mehrwert-Logistik* kundenindividuelle Komplettlösungen an, die z. B. von mehrstufigen Logistikkonzepten, über die Inbetriebnahme und Reparatur technischer Komponenten bis hin zum Austausch von ganzen Anlagen reichen.

TOP Mehrwert-Logistik beteiligt sich als Projektpartner und als Mitglied in projektbegleitenden Ausschüssen bereits seit mehreren Jahren an Forschungsvorhaben, mit dem Ziel, die Effizienz und Umweltverträglichkeit von Logistiksystemen weiter zu optimieren.

TU Berlin

Das Fachgebiet Logistik der *TU Berlin* steht seit über 30 Jahren für Exzellenz in Forschung, Lehre, Weiterbildung und Services. Durch vielfältige Kooperationen mit namhaften Unternehmen wird in allen Bereichen eine intensive Verzahnung von Wissenschaft und Praxis sichergestellt, sodass Ergebnisse und Lösungen entstehen, die den Anforderungen sowohl der Praxis als auch der Wissenschaft gerecht werden. Eng verbunden mit dem Bereich ist u. a. auch der Logistiklehrstuhl am Chinesisch-Deutschen-Hochschulkolleg an der *Tongji-Universität* in Shanghai. Jährlich nehmen

200 Studierende an der TU Berlin das Lehrangebot dieser bedeutenden Forschungs- und Lehreinrichtung wahr. Neben den vier Professoren und über 30 Mitarbeitern tragen die Lehrbeauftragten maßgeblich zur praxis- und anwendungsorientierten Gestaltung des Lehrprogramms bei.

Das Fachgebiet Logistik der *TU Berlin* erforscht kundenintegrierte Logistiknetzwerke in einem breiten Spektrum betriebswirtschaftlicher, technischer und informationstechnologischer Themen. Die Vielfalt der betriebswirtschaftlichen und technischen Logistik-Forschungsthemen ist in zentralen Forschungsfeldern gebündelt, in denen die einzelnen Fachgebiete und Forschungsgruppen vernetzt und fokussiert zusammenarbeiten. Neben den Kompetenzschwerpunkten und individuellen Highlights entsteht durch die integrierte Forschung der Fachgebiete ein einzigartiges und ganzheitliches Forschungsportfolio. Der damit verbundene wissenschaftliche Erkenntnisfortschritt wird in einer Vielzahl hochwertiger Publikationen und Studien dokumentiert.

ZITEC Industrietechnik GmbH

Die *ZITEC Industrietechnik GmbH* (kurz *ZITEC*) mit Hauptsitz in Plattling/Bayern ist ein modernes Handels-, Technik- und Dienstleistungsunternehmen. *ZITEC* bietet ein qualitativ hochwertiges Sortiment in den Bereichen Lagerungstechnik, Antriebstechnik, Fluidtechnik und technischen Maschinenelementen für Instandhaltung und Maschinenbau. Über 230 000 Artikel sind sofort ab Lager verfügbar. Eine schnelle Lieferung, technischer Service und kaufmännische Dienstleistungen komplettieren das Spektrum. Zukunftsweisende Konzepte, eine breite Leistungspalette sowie der Mut zu neuen Lösungen machen *ZITEC* zu einem innovativen Unternehmen in der Branche mit einem Umsatz von 165 Mio. Euro. Über 550 Mitarbeiter stellen an 14 deutschen Standorten in Plattling, Augsburg, Bayreuth, Bonn, Düsseldorf, Jülich, Kirchheim, Leipzig, Mannheim, München, Nürnberg, Siegen, Stuttgart und Viersen einen professionellen wie individuellen Service für die Kunden aus den Bereichen Industrie, Maschinenbau und Technischer Handel sicher und bewegen 1 500 000 Auftragspositionen pro Jahr.

GS1 Germany GmbH

Die *GS1 Germany GmbH* hilft Unternehmen aller Branchen, moderne Kommunikations- und Prozess-Standards einzusetzen und damit die Effizienz ihrer Geschäftsabläufe zu verbessern. In Deutschland ist das Unternehmen für die weltweit überschneidungsfreie Artikelidentifikation mittels GTIN, Barcode und EPC/RFID zuständig und bietet Lösungen für mehr Kundenorientierung (ECR – Efficient Consumer Response). Darüber hinaus ist *GS1 Germany* nationaler

Umsetzungspartner vom „The Consumer Goods Forum“ und bringt seine Expertise in die Optimierung von unternehmensübergreifenden Prozessen mit ein. Die zwei größten Unternehmen des internationalen Netzwerks für Standardisierung Global Standards One (GS1), *GS1 Germany* und *GS1 US*, gründeten in 2012 durch den Zusammenschluss ihrer beiden Tochtergesellschaften *SA2 Worldsync* und *1SYNC* das neue Unternehmen *1WorldSync, Inc.*

1WorldSync bietet seine Produkte bereits jetzt über 15 000 Unternehmen aus mehr als 40 Ländern an. Zu den Kunden zählen Firmen aus verschiedensten Branchen wie dem Gesundheitswesen, dem Lebensmittelhandel, dem DIY-Segment und Food Services sowie der Konsumgüterindustrie. Der Ausbau weiterer Branchenmärkte und die Weiterentwicklung von Systemen und Technologien für B2B2C-Informationsflüsse sind die Kernstrategien des neuen Informations- und Kommunikationsdienstleisters.

G Literaturverzeichnis

- Alicke, K.: Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken. Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management. 2., neu bearb. und erw. Auflage. Springer, Berlin [u. a.] 2005.
- Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.: Handbuch Logistik. Springer, Berlin, [u. a.] 2002.
- Barth, K.; Hartmann, M.; Schröder, H.: Betriebswirtschaftslehre des Handels; 6., überarb. Auflage. Gabler, Wiesbaden 2007.
- Becker, J.; Knackstedt, R.; Pöppelbuß, J.: Entwicklung von Reifegradmodellen für das IT-Management. In: Wirtschaftsinformatik 51 (2009) 3, S. 249 – 260.
- Bieger, T.; Knyphausen-Aufseß; Krys, C.: Innovative Geschäftsmodelle. Springer, Berlin [u. a.] 2011.
- Binckebanck, L.; Hölte, A.; Tiffert, A.: Führung von Vertriebsorganisationen – Strategie – Koordination – Umsetzung. Springer Gabler, Wiesbaden 2013.
- Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (Hrsg.): [Leitfaden] Wie Cloud Computing neue Geschäftsmodelle ermöglicht. Berlin 2013. <https://www.bitkom.org/Publikationen/2014/Leitfaden/Wie-Cloud-Computing-neue-Geschaeftsmodelle-ermoeeglicht/140203-Wie-Cloud-Computing-neue-Geschaeftsmodelle-ermoeeglicht.pdf> (letzter Zugriff: 22.02.2016).
- Bürli, R.; Friebe, P.: Distribution. Grundlagen mit zahlreichen Beispielen, Repetitionsfragen mit Lösungen und Glossar. Compendio Bildungsmedien (Betriebswirtschaftslehre), Zürich 2008.
- Chesbrough, H.: Business Model Innovation: Opportunities and Barriers. In: Long Range Planning 43 (2010) 2-3, S. 354 – 363.
- Clark, A. ; Scarf, H.: Approximate Solutions to a Simple Multi-Echelon Inventory Problem. In: Studies in Applied Probability and Management Science. Hrsg.: Kenneth J. Arrow, Samuel Karlin, Herbert Scarf. Stanford University Press, Stanford 1962, S. 88 –100.
- Corsten, H.; Gössinger, R.: Dienstleistungsmanagement. 5. Auflage. Oldenbourg, München [u. a.] 2007.
- Davis, D. F.; Golicic, S. L.; Marquardt, A. J.: Branding a B2B service: Does a brand differentiate a logistics service provider? In: Industrial Marketing Management 37(2008)2, S. 218-227.
- Fischäder, H.: Störungsmanagement in netzwerkförmigen Produktionssystemen. Gabler, Wiesbaden 2007.
- Gassmann, O.; Frankenberger, K.; Csik, M.: Geschäftsmodelle entwickeln – 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. Hanser, München [u. a.] 2013.

-
- Heinmann, M.: Strategic Multi-Stage Inventory Allocation in the Process Industry. Camelot Management Consultants, Mannheim 2011.
- Hertel, J.; Zentes, J.; Schramm-Klein, H.: Supply-Chain-Prozesse und Supply-Chain-Konzepte. In: Supply-Chain-Management und Warenwirtschaftssysteme im Handel. Hrsg.: Joachim Hertel, Joachim Zentes und Hanna Schramm-Klein. 2., erw. und aktualisierte Aufl. Springer, Berlin [u. a.] 2011, S. 103 – 240.
- Konrad, G.: Theorie, Anwendbarkeit und strategische Potenziale des Supply Chain Management. 1. Aufl., Dt. Univ.-Verl. , Wiesbaden 2005.
- Köchel, P.; Nieländer, U.: Simulation-based optimisation of multi-echelon inventory systems. In: International Journal of Production Economics 93-94 (2005), S. 505 – 513.
- Kurbel, K.-E.: MRP: Material Requirements Planning. In: Karl Kurbel (Hrsg.): Enterprise resource planning and supply chain management. Functions, business processes and software for manufacturing companies. Springer, Heidelberg 2013, S. 19 – 60.
- Lange, V.; Hoffmann, J.; Gesenhoff, E. (2011): UNIT-repac: Durch intelligente Algorithmen weniger Luft versenden. In: H. Wolf-Kluthausen (Hrsg.): Jahrbuch der Logistik 2011, S. 85 – 88.
- Lee, C. B.: Multi-Echelon Inventory Optimization. [Whitepaper] 2003. https://www.google.de/search?q=Multi-Echelon+Inventory+Optimization+lee+2003&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=iePKVvL9N4OBU5_stoAG# (letzter Zugriff: 22.02.2016)
- Mayer, A.: Modularisierung der Logistik. Ein Gestaltungsmodell zum Management von Komplexität in der industriellen Logistik. Schriftenreihe Logistik der Technischen Universität Berlin; Bd. 1. Univ.-Verl. der TU Berlin 2007. – Zugl.: Berlin, Techn. Univ., Diss., 2007.
- Meier, H.; Hanenkamp, N.: Integriertes Komplexitätsmanagement der Supply Chain. In: Integriertes Supply Chain Management. Hrsg.: Axel Busch; Wilhelm Dangelmaier. Springer Gabler, Wiesbaden 2002, S. 109 – 128.
- Moinzadeh, K.: A Multi-Echelon Inventory System with Information Exchange. In: Management Science 48(2002)3, S. 414 – 426.
- Norrman, A.; Jansson, U.: Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident. In: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 34(2004)5, S. 434 – 456.
- Osterwalder, A.; Pigneur, Y.: Business Model Generation - A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. Wiley, Amsterdam [u. a.] 2010.
- Ottwaska, C.: Das Lager als Schlafplatz des Kapitals. Probleme und Chancen der Lagerpolitik: Diplomica, Hamburg 2008.

-
- Scholz-Reiter, B.; Beer, C. de; Freitag, M.; Hamann, T.; Rekersbrink, H.; Tervo, J.-T.: Dynamik logistischer Systeme. In: Beiträge zu einer Theorie der Logistik. Hrsg.: Peter Nyhuis. Springer, Berlin [u. a.] 2008, S. 109 – 138.
- Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Logistikmanagement. Handbuch Produktion und Management; Bd. 6. Springer, Berlin [u. a.] 2013.
- Sebastian, H.-J.: Optimierung von Distributionsnetzwerken. Ed. am Gutenbergplatz, Leipzig 2013.
- Tandler, S. M.: Supply Chain Safety Management – Konzeption und Gestaltungsempfehlungen für lean-agile Supply Chains. Gabler, Wiesbaden 2013.
- Vossiek, H.: Bewertung und Konzeption von Service Level Agreements. Diplomica, Hamburg 2013.
- Waller, M.; Johnson, M. E.; Davis, T.: Vendor-Managed Inventory in the Retail Supply Chain. In: Journal of Business Logistics 20 (1999), S. 183 – 203.
- Wang, H.S.: A two-phase ant colony algorithm for multi-echelon defective supply chain network design. In: European Journal of Operational Research 192(2007)1, S. 243 – 252.
- Weber, J., Wallenburg, C.: Logistik- und Supply-Chain-Controlling, 6. Auflage. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 2010.