



**Visual Logistics Management
Forschungsprojekt**

Abschlussbericht der Fraunhofer-Gesellschaft

Konsortialpartner und Förderkennzeichen:

Fraunhofer-Gesellschaft: 19G13003D

Ausführende Stellen:

Fraunhofer-Institut für Materialfluss
und Logistik (IML)

Fraunhofer-Institut für Techno-
und Wirtschaftsmathematik (ITWM)



Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter den oben genannten Förderkennzeichen gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Redaktion:

Fraunhofer-Gesellschaft: Dr. Ulrike Beißert (IML)

Autoren:

Fraunhofer-Gesellschaft: Dr. Ulrike Beißert (IML), Dr. Michael Schröder (ITWM)

Unternehmensbezeichnungen

Die Robert Bosch GmbH wird im Folgenden „Bosch“ genannt.

Die Duvenbeck Solution and Engineering GmbH wird im Folgenden „Duvenbeck“ genannt.

Die Fraunhofer-Gesellschaft wird vertreten durch ihre Institute Fraunhofer IML und Fraunhofer ITWM.

Die Leopold Kostal GmbH & Co. KG wird im Folgenden „KOSTAL“ genannt.

Die logistics processes & IT consulting GmbH wird im Folgenden „LogProIT“ genannt.

Die prisma GmbH wird im Folgenden „prisma“ genannt.

Die Rudolph Automotive Logistik GmbH wird im Folgenden „Rudolph“ genannt.

Die Schnellecke Logistics AG & Co. KG wird im Folgenden „Schnellecke“ genannt.

Das Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit der TU Clausthal wird im Folgenden „IMAB TU Clausthal“ genannt.

Die Volkswagen AG (Konzern) wird im Folgenden „Volkswagen“ genannt. Die Marke Volkswagen Pkw wird mit dem Zusatz „Volkswagen Marke Pkw“ gekennzeichnet.

Hinweis: Ausschnitte aus Arbeitsdokumente können hiervon abweichende Abkürzungen enthalten. Diese beziehen sich ausschließlich auf die genannten Projektpartner.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	8
1 Kurzdarstellung des Projektes VILOMA	9
1.1 Aufgabenstellung	9
1.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	9
1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens	10
1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Projekts (aus VHB)	11
1.5 Fraunhofer-Gesellschaft	18
1.5.1 Fraunhofer IML	18
1.5.2 Fraunhofer ITWM	18
2 Verwendung der Zuwendung und Ergebnisse	20
2.1 AP 1: Anforderungserhebung	20
2.1.1 AP 1.1: Prozessanalyse	20
2.1.2 AP 1.2: Anforderungsspezifikation	23
2.2 AP 2: Methodenentwicklung	26
2.2.1 AP 2.1: Entwicklung eines integrierten Daten- und Netzwerkmodells	26
2.2.2 AP 2.2: Entwicklung von Methoden zur Informationsaufbereitung, -filterung und -verdichtung	33
2.2.3 AP 2.3: Simulation und Prognose intralogistischer und transportlogistischer Ereignisse und Informationen	35
2.2.4 AP 2.4: Logistische Visualisierungsmethoden auf verschiedenen Planungsebenen und organisationsübergreifend	41
2.2.5 AP 2.5: Entwicklung von Methoden zum Visual Decision Support	44
2.3 AP 3: Technologieentwicklung und -integration (IT)	44
2.3.1 AP 3.1: Informationsmodell	44
2.3.2 AP 3.2: Prototypische Simulationsbausteine und Prognosebausteine	46
2.3.3 AP 3.3: Prototypische Visualisierungsbausteine und Assistenzbausteine	50
2.3.4 AP 3.4: Integration	54
2.4 AP 4: Entwicklung Fallstudienprototyp und Testbetrieb (IT + Fallstudie)	56
2.4.1 AP 4.1: Konzept zum Prototypenaufbau	56
2.4.2 AP 4.2: Technische Validierung mittels Laborprototyp	58
2.4.3 AP 4.3: Fachliche Validierung mittels Anwendungsfallprototyp	61
2.5 AP 5: Evaluation, Verallgemeinerung (Schwerpunkt)	63
2.5.1 AP 5.1: Entwicklungsbegleitende Evaluation	63
2.5.2 AP 5.2: Evaluation der Potentiale	63
2.5.3 AP 5.3: Evaluation der Übertragbarkeit auf andere Anwendungsfälle und Branchen	65
2.6 AP 6: Wissensverbreitung	67
2.6.1 AP 6.1: Externe Kommunikation, Messen und Kongresse	67
2.6.2 AP 6.2: Arbeiten zur Standardisierung	70
2.6.3 AP 6.3: Aufbau Demonstrationssystem IML-Showroom	73
2.7 AP PM: Projektmanagement und -controlling	74
2.7.1 AP PM1: Projektplanung, -steuerung und Kontrolle	74

2.7.2 AP PM2: Projektkommunikation & Administration Infrastruktur	75
3 Eingehende Darstellung	78
3.1 Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	78
3.2 Notwendigkeit und Angemessenheit	78
3.3 Nutzen und Verwertung	79
3.4 Fortschritt auf dem Gebiet	81
3.5 Veröffentlichungen	82
Quellen	83

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Projektorganisation	11
Abbildung 2: Abgrenzung des Projekts VILOMA zu InKoRisk und InTerTrans	17
Abbildung 3: Zeitliche Einordnung der Arbeiten in AP 1	20
Abbildung 4: Soll-Konzept M100 Sequenzabruf und JIS-Anlieferung bei Volkswagen	25
Abbildung 5: Systemkommunikation – In den VILOMA-Use-Cases involvierte Systeme und jeweils ausgetauschte Nachrichten / Informationen.....	28
Abbildung 6: Ausschnitt aus dem Datenmodell – Modellierung von Teilen und Landungsträgern. In dieser Art und Weise wurden mehr als 70 Klassen und mehr als 400 Attribute sowie ihre Zusammenhänge modelliert.	29
Abbildung 7: Auszug aus dem Datenmodell – Erläuternde Informationen in Ergänzung zu den UML-Diagrammen, inkl. Benennung von Datenquellen bzw. Referenzen zu bestehenden Nachrichten (hier VDA 4905).	30
Abbildung 8: Beispiel „Zugriffsrechte“ – Artikel in der globalen Sicht (Legende siehe Tabelle 3)	32
Abbildung 9: Beispiel "Zugriffsrechte" – Artikel in der internen Sicht bei Rudolph (Legende siehe Tabelle 3).....	32
Abbildung 10: Rapid Prototyping der Visualisierungspunkte - Bestandsübersicht	34
Abbildung 11: Visualisierungsvorschlag Funktionalität Reporting Bestände	34
Abbildung 12: Visualisierungsvorschlag Funktionalität Reporting Bestände Detailansicht Ist-Bestand	35
Abbildung 13: Aufbau des ereignisdiskreten Simulationsmodells der Lieferkette im Use Case Engpassmanagement.....	38
Abbildung 14: Schwankende Feinabrufe für ein Schaltermodul der Mittelkonsole mit abschnittsweise konstanten Ersatzwerten aus dem Prognosemodell (Produktionstag 23.09.2014).	39
Abbildung 15: Modellierung der M100-Abrufe für eine Teilevariante als Poisson-Prozess. Die Verteilung der Zwischenankunftszeiten passt sehr gut zur Exponentialverteilung.....	40
Abbildung 16: Agile Vorgehensweise in AP 2.4 und 2.5	42
Abbildung 17: Technische Vision für die VILOMA-Systemlandschaft (Stand November 2014) .	46
Abbildung 18: Einbettung des Prognosemoduls in die Architektur des VILOMA-Systems.....	49
Abbildung 19: Übersicht der LAS-Ebenen und der zugehörigen Monitore / Assistenten	51

Abbildung 20: VILOMA-LAS Reichweitenmonitor (Use Case Engpassmanagement)	52
Abbildung 21: VILOMA-LAS Lieferkettenmonitor (Use Case Engpassmanagement)	52
Abbildung 22: VILOMA-LAS Transportmonitor 2 (Use Case Behältermanagement)	53
Abbildung 23: Überblick des Zusammenspiels Simulations- und Prognosebausteine	54
Abbildung 24: Verwendete Nachrichten des VILOMA-Systems	55
Abbildung 25: Scrum-Methode in AP 4.1	57
Abbildung 26: Ausschnitt – Abgleich der im VILOMA-Prototyp unternehmensübergreifend messbaren Kennzahlen mit relevanten VDI Logistikkennzahlen	65
Abbildung 27: Fragebogen zur Übertragbarkeit	67
Abbildung 28: Eindrücke aus dem VR-SCM LAB am Fraunhofer IML	74
Abbildung 29: Projektmonitor VILOMA	75
Abbildung 30: Auszug „eRoom“	76
Abbildung 31: Website http://www.visuallogisticsmanagement.de	77

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Aktuelle Projekte, die einige Arbeitsgebiete von VILOMA fokussieren	16
Tabelle 2: Überblick Systemfunktionen des VILOMA Assistenzsystems.....	24
Tabelle 3: Definitionen des Zugriffs-/Berechtigungskonzepts	31
Tabelle 4: Überblick Modellalternativen.....	36
Tabelle 5: Geplante Entwicklungsstufen der Modellintegration Simulation	48
Tabelle 6: Berechtigungs-Rollen im VILOMA-Prototyp.....	60
Tabelle 7: Überblick Veröffentlichungen in VILOMA	69
Tabelle 8: Überblick Empfehlungen der VILOMA-Arbeitsgruppe IT / Daten	70
Tabelle 9: Kennzahlen zur Bewertung des Informationsflusses	72
Tabelle 10: Überblick Empfehlungen der VILOMA-Arbeitsgruppe Kennzahlen	72

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
BHM	Behältermanagement
CSV	Comma-separated values
DIN	Deutsches Institut für Normung
EDIFACT	Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport
EPCIS	Electronic Product Code Information Services
EPM	Engpassmanagement
Fortras	Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft für Transportwesen
FTP	File Transfer Protocol
FTP(S)	Secure File Transfer Protocol
ISO	International Organisation for Standardization
JDBC	Java Database Connectivity
KPI	Key Performance Indicator
KLT	Kleinladungsträger
LAS	Logistisches Assistenzsystem
LDL	Logistikdienstleister
OEM	Automobilproduzent
OFTP	Odette File Transfer Protocol
RACI	Responsible, Accountable, Consultation, Informed
RM	Risikomanagement
SCM	Supply Chain Management
SFTP	Secure File Transfer Protocol
TMS	Transportmanagement-System
TUL	Transport, Umschlag, Lager
UML	Unified Modeling Language
VDA	Verband Deutscher Automobillogistik
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VHB	Vorhabenbeschreibung
XML	Extensible Markup Language

1 Kurzdarstellung des Projektes VILOMA

1.1 Aufgabenstellung

Aufgrund der Globalisierung stehen deutsche Unternehmen unter immer stärkerem Wettbewerbsdruck. Die weitverzweigten Produktions- und Logistiknetzwerke ergeben diverse Problemstellungen, welche die Versorgungssicherheit ihrer Produktion beeinflussen. Unternehmen stellen sich der Herausforderung, indem die Ressourcen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten effizient eingesetzt werden. Es herrscht mittlerweile eine unüberschaubare Systemvielfalt bei den Industrieunternehmen, welche eine erhebliche Datenflut nach sich zieht. Diese Flut und die Komplexität innerhalb der logistischen Netzwerke werden auch weiter ansteigen. Dadurch wird es für den Menschen nahezu unmöglich werden, das Gesamtsystem zu überwachen und zu steuern.

Die einzelnen Partner einer Supply Chain verfolgen meist diverse Ansätze, die eigenen Prozesse zu optimieren und effizienter zu gestalten. Dabei konzentrieren sich die Unternehmen hauptsächlich auf die vorhandenen, unternehmensinternen Informationen und Prozesse. Die Betrachtung liegt dabei allerdings nur auf einem Akteur, das Gesamtoptimum innerhalb der Supply Chain steht nicht im Fokus und wird dadurch nicht gezielt gesteigert. Entscheidungen werden hauptsächlich dezentral getroffen und verfehlen daher das Gesamtoptimum.

Um die vorhandenen Ressourcen effizienter zu nutzen und um die Prozesse zu optimieren, ist es notwendig, die gesamte Supply Chain zu analysieren. Die Betrachtung der Systemzustände muss für die Supply Chain Partner in Echtzeit möglich sein. Durch die partnerübergreifende Nutzung von Informationen sollen die Systemzustände durch VILOMA analysiert und auch bewertet werden. Eine gemeinsame Informationsplattform zum Austausch großer Datenmengen ermöglicht es, mit zielgruppenspezifischen Visualisierungen kollaborative Entscheidungen durch die Akteure zu treffen.

1.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Für die Durchführung dieses komplexen Forschungsvorhabens war eine enge und partnerübergreifende Zusammenarbeit der beteiligten Unternehmen notwendig. Das Forschungskonsortium bestand sowohl aus Industrie-, Technologie- als auch aus Forschungspartnern, welche über die Projektlaufzeit von insgesamt 36 Monaten partnerschaftlich zusammengearbeitet haben. Bei den Industriepartnern handelte es sich um Akteure der Automobilindustrie, welche in unterschiedlichen Bereichen der Supply Chain tätig sind.

Im Projekt sind die Zulieferer Bosch und KOSTAL vertreten. Beide Unternehmen fertigen komplexe elektronische Teile und Komponenten für Automobilhersteller wie Volkswagen. Bosch produziert in Immenstadt/Blaichach unter anderem den iBooster, einen elektromechanischen Bremskraftverstärker für Hybrid- und Elektrofahrzeuge welcher beispielsweise im Golf A7 verbaut wird. KOSTAL in Lüdenscheid fertigt diverse elektronische Komponenten, wie Schaltermodule für die Mittelkonsole des Golfs.

Im Weiteren sind die Logistikdienstleister Duenbeck und Rudolph als zuständige Gebietsspediteure im Projekt vertreten. Rudolph konsolidiert u. a. die von Bosch hergestellten iBooster am Standort Großmehring und transportiert diese zu Volkswagen in Wolfsburg. Für die Rückführung

des Leerguts zu Bosch ist Rudolph ebenfalls verantwortlich. Duvenbeck übernimmt die Schaltermodule bei KOSTAL in Lüdenscheid und transportiert diese zum Systemlieferant Schnellecke in Wolfsburg. Bei Schnellecke findet der Einbau der Schaltermodule in die Mittelkonsole statt, welche nach Fertigstellung in Sequenz direkt an der Produktionslinie im Werk in Wolfsburg bereitgestellt wird.

Volkswagen ist Konsortialführer des Forschungsprojekts Visual Logistics Management (VILOMA) und kann auf eine Vielzahl von erfolgreich durchgeführten und laufenden Forschungsprojekten zurückblicken wie beispielsweise „integrierte Terminierung und Transportplanung durch kollaboratives Risikomanagement“ (InKoRisk), „Integrierte Terminierung und Transportplanung unterstützt durch kollaboratives Risikomanagement in der Automobilindustrie“ (InTerTrans) oder auch „Energieeffizienz in Logistik und Produktion“ (E2LOG). Das Unternehmen ist einer der weltweit führenden Automobilhersteller und der größte Automobilproduzent Europas. Im Fokus der Projektarbeit steht bei Volkswagen der Standort in Wolfsburg.

Im Projekt VILOMA ist die Fraunhofer-Gesellschaft als Forschungspartner beteiligt. Die Fraunhofer-Gesellschaft besteht seit 1949 und hat mehr als 80 Forschungseinrichtungen. VILOMA wird durch das Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML) aus Dortmund sowie das Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) aus Kaiserslautern begleitet. Die wissenschaftlichen Partner der Fraunhofer-Gesellschaft leisten die methodische Entwicklungsarbeit gemeinsam mit dem unterbeauftragten Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit (IMAB) der TU Clausthal.

Der Technologiepartner prismat und die im Unterauftrag eingebundene LogProIT bündeln die Entwicklungsleistungen zur Schaffung grundlegender Technologien und zur Implementierung eines Pilot-Systems und werden hierbei durch die Fraunhofer-Gesellschaft unterstützt.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Im Vorhaben wurde die Bearbeitung des Projekts VILOMA anhand von insgesamt sechs Arbeitspaketen und einem begleitenden Projektmanagement durchgeführt. Anhand der Abbildung 1 werden die Planung und der Zusammenhang der einzelnen Arbeitspakete verdeutlicht. Das AP Projektmanagement und -controlling hat das Projekt VILOMA von Beginn an kontinuierlich bis Projektende begleitet. Im betreffenden Arbeitspaket fand u. a. das grundlegende Projektmanagement statt und der Informationsaustausch per Telefonkonferenzen oder auch der Austausch von Dokumenten über den „eRoom“, welcher von Volkswagen bereitgestellt wurde. Weiterhin wurden in AP 1 die Anforderungen der Partner erhoben und ein gemeinsames Verständnis der Aufgabenstellung geschaffen. Dieses wurde insbesondere durch die detaillierten und intensiven Prozessanalysen und anhand gemeinsamer Workshops erreicht. In AP 2 wurden die Methoden anhand der Anforderungen aus AP 1 entwickelt. Teil dieses Arbeitspakets waren unter anderem die Entwicklung des Datenmodells, Simulation und Prognose und die Erarbeitung geeigneter Visualisierungen zur Entscheidungsunterstützung. In AP 3 erfolgte die Technologieentwicklung und -integration, insbesondere die Erarbeitung des Informationsmodells. In AP 4 entwickelte das Konsortium den Softwareprototypen, welcher sowohl fachlich als auch technisch validiert wurde. Das AP 5 führte die Evaluation durch. Des Weiteren wurden die Potentiale und die Übertragbarkeit auf andere Branchen und Anwendungsfälle evaluiert. AP 6 diente zur Wissensverbreitung. Es wurde eine Projektwebseite eingerichtet und diverse Artikel mit Ergebnissen wurden während des Projekts und auch nach Projektende veröffentlicht.

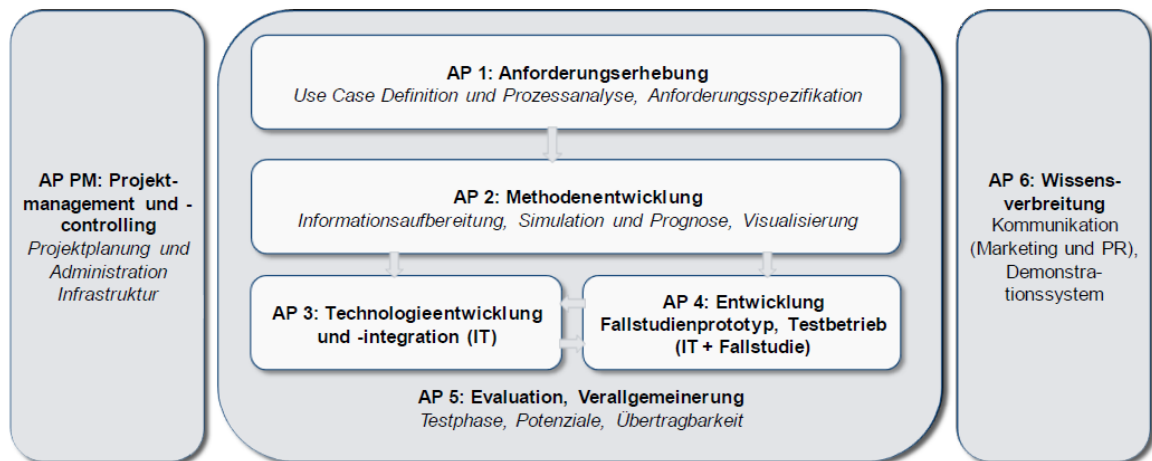


Abbildung 1: Projektorganisation

1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn des Projekts (aus VHB)

Technischer Stand zu Beginn des Projekts:

Zu Beginn des Forschungsprojekts VILOMA stand den Logistikentscheidern im Bereich des Supply Chain Managements eine breite Anzahl von gängigen Systemen zur Verfügung, womit die Prozesse im eigenen Unternehmen gesteuert werden. Bei diesen Systemen handelt es sich z. B. um:

- Enterprise Resource Planning-Systeme (ERP)
- Warehouse Management-Systeme (WMS)
- Transport Management-Systeme (TMS)
- Supply Chain Management-Systeme (SCM)

Bei diesen Systemen sind an diversen Stellen Überschneidungen vorhanden, allerdings handelt es sich um vollkommen eigenständige Systeme, welche nicht im Sinne eines Event Managements vollständig interagieren.

Im Rahmen des Supply Chain Managements werden im Bereich der kurzfristigen Planung und operativen Steuerung Supply Chain Event Management Systeme genutzt (vgl. [AIK08], S. 481). Supply Chain Event Management Systeme (SCEM) sollen Transparenz in der logistischen Wertschöpfungskette gewährleisten und mittels Echtzeiterfassung von Ereignissen (Events), ein frühzeitiges Erkennen kritischer Systemzustände ermöglichen. Über eine integrierte Eskalations- und Benachrichtigungsfunktion werden unerwartete Ereignisse oder auch die Nichteinhaltung von Leistungskennzahlen und Servicelevels einem verantwortlichen Personenkreis gemeldet. Dies erfolgt zumeist via Emailweiterleitung, um ein zeitnahes Handeln zu gewährleisten. Die Mehrzahl, der am Markt existierenden Systeme verfügen über eine Benachrichtigungsfunktion, sowie eine Entscheidungsunterstützungsfunktion, die geeignete Handlungsmaßnahmen empfiehlt. Der Einsatz von SCEM Systemen in Supply Chains bietet Vorteile hinsichtlich Zeit, Qualität und Kosten. Ein Vorteil liegt in der verkürzten Reaktionszeit, die eine frühzeitige Benachrichtigung von kritischen Ereignissen ermöglicht. Die Untersuchung und Bewertung unterschiedlicher Handlungsalternativen resultiert in einer verbesserten Reagibilität auf Störereignisse. Darüber hinaus lassen sich unter Verwendung der Systeme, Potentiale zur Kosteneinsparung erschließen. Durch eine schnelle Problemlösung kann eine Arbeitsentlastung der Prozessverantwortlichen

erfolgen und somit eine Senkung der Kosten der Supply Chain erwirkt werden (vgl. [WILD10], [HTH08], [HSB06]).

SCEM-Systeme bieten nur vereinzelt „Visibility und Collaboration“ Plattformen, worauf die Beteiligten der Supply Chain untereinander relevante Informationen auf einer Plattform austauschen, sodass Statusupdates automatisch erzeugt werden. Die benötigte Verknüpfung bzw. Verschmelzung von Kanten und Knoten eines Logistiknetzwerkes zur Effizienzsteigerung des Gesamtsystems ist softwaretechnisch noch nicht berücksichtigt (vgl. [ÖFA01], S. 43).

Im Projekt VILOMA liegt einer der Schwerpunkte darauf, Kennzahlen systematisiert zu visualisieren. Die Visualisierung von Logistikkennzahlen soll so intuitiv sein, dass der Mensch als Entscheidungsträger verstärkt in die Untersuchung und Bewertung von Alternativen einbezogen wird. Vor Projektbeginn waren diverse Systeme vorhanden, welche u. a. Kennzahlen zielgruppenspezifisch visualisieren. Die Anwendung dieser Systeme erfolgt zumeist in einem Unternehmen bzw. in Unternehmen mit verteilten Standorten, sodass Kennzahlen zur Darstellung unternehmensübergreifender Zusammenarbeit über verschiedene Stufen der Supply Chain hier nicht adressiert sind und damit keine Visualisierung ganzheitlicher Kennzahlen möglich ist.

Neben der Integration von Kanten und Knoten sowie deren wechselseitiger Beeinflussung für ein vorausschauendes Logistikmanagement strebt das Projekt VILOMA neue Formen der Visualisierung von Logistikkennzahlen an, die eine intuitive Interpretation unterstützen und ein schnelles interaktives Drill Through¹ zur Gewinnung von Einsicht in die zugrunde liegenden Prozesse ermöglichen. Ein interaktives Drill Through von Supply Chain Prozessen ist sowohl bei Lösungsanbietern von Software als auch in der Literatur nicht behandelt bzw. berücksichtigt.

Stand der Wissenschaft auf dem Vorhabengebiet und Abgrenzung des Vorhabens gegenüber anderen Arbeiten

Bewertungsmethoden

Essentiell für die angestrebte Entscheidungsunterstützung des visuellen Logistikmanagements sind die Bewertung des aktuellen Zustands des logistischen Systems und die Vorausschau der zukünftigen Entwicklung. Hier kann vor allem auf Ansätze aus dem Bereich der Entscheidungstheorie sowie des Operations Research aufgebaut werden (vgl. [FK08]). Dieser Themenbereich liefert die notwendigen mathematischen sowie stochastischen Grundlagen für eine modellgestützte Entscheidungsunterstützung, wird in der Logistik bislang jedoch fast ausschließlich auf Standardprobleme angewendet, wie das Warehouse Location Problem (vgl. [FIS09], [FK08]).

Allgemein lassen sich die in der folgenden Abbildung dargestellten vier Methodenklassen für die Bewertung des Systemzustands unterscheiden (vgl. [RHW11]; [SEI09], S. 97 ff.). Auf der einen

¹ Der Drill-Through in die logistischen Prozesse kann in Analogie zum „Drill-down“ von Business-Intelligence Software aufgefasst werden. Business-Intelligence Softwaresysteme sind analytische Informationssysteme, die Online Analytical Processing (OLAP) und Drilldown Methoden verwenden. Als Drilldown bezeichnet man im Allgemeinen die Navigation auf hierarchischen Daten. Drilldown ermöglicht ein „Hineinzoomen“, bei dem die vorhandenen Daten in unterschiedlicher Detailtiefe betrachtet werden können. Im Kontext von VILOMA bedeutet ein „Drill-through“ der interaktive Einblick in Daten von hierarchischen logistischen Prozessen [TOT00].

Seite stehen die analytischen Methoden. Hierzu zählen die klassische Materialflussrechnung sowie die mathematische Optimierung, bei der viele Methoden des Operations Research Verwendung finden (vgl. [HH07], S. 356 f.; [KLI09], S. 62). Demgegenüber stehen mit der ereignisorientierten Simulation und System Dynamics simulationsbasierte Methoden (vgl. [VDI00], [SBF08], S. 112).

Die Methoden der Materialflussrechnung werden insbesondere in der Planung von Prozessen eingesetzt. Mit Hilfe statistischer Annahmen lassen sich bspw. mittlere Durchsatzraten und Durchlaufzeiten in logistischen Systemen bestimmen. Wichtige und weit verbreitete analytische Methoden sind z. B. die klassische Durchsatzberechnung, die Grenzleistungsberechnung und die Bedienungstheorie (vgl. [HH07], S. 357). Im Kontext von VILOMA kann die Materialflussrechnung beispielsweise zur Analyse von Handlungsalternativen hinsichtlich Logistikkosten und Logistikleistung im Rahmen der vorausschauenden Bewertung von Handlungsalternativen eingesetzt werden.

In der mathematischen Optimierung werden Entscheidungs- und Optimierungsmodelle verwendet, um in Hinblick auf die unternehmensindividuelle Zielfunktion die optimale Handlungsalternative auszuwählen (vgl. [RHW11], S. 148). Zur Lösungsfindung werden insbesondere Methoden des Operations Research, wie bspw. die lineare Optimierung, eingesetzt (vgl. [KLI09], S. 62). Im Kontext von VILOMA können mathematische Optimierungen beispielsweise zur automatischen Generierung von Handlungsalternativen eingesetzt werden.

Der Einsatz von Methoden der Simulation ist besonders „bei der Betrachtung von Steuerungsproblemen, der Integration von Betriebsdaten in ein Modell und bei komplexen, analytisch nicht berechenbaren Modellen“ sinnvoll (vgl. [VDI00], [HH07], S. 357). Dabei lassen sich die ereignisorientierte Simulation und die flussorientierte Simulation (System Dynamics) unterscheiden. System Dynamics, ist ein Konzept zur Simulation flussorientierter Systeme (vgl. [SBF08], S. 121). Bei diesem „wird der Fortgang des Systems durch einen Gradienten beschrieben, welcher in der Regel durch die aktuellen Werte der Zustandsvariablen selbst beeinflusst wird“ (vgl. [SBF08], S. 113). Charakteristisch für System Dynamics ist die kontinuierliche Beschreibung der Wirkbeziehungen durch Differentialgleichungen (vgl. [RHW11], S. 150; [SBF08], S. 121).

Die diskrete, ereignisorientierte Simulation ist insbesondere in der Analyse logistischer Systeme von hoher Relevanz (vgl. [RHW11]). Dies erschließt sich leicht vor dem Hintergrund der in der Logistik meistens im Fokus stehenden Analyse einzelner (diskreter) Objekte und deren Verhalten (vgl. [SBF08], S. 113). Das betrachtete System wird im Rahmen der ereignisorientierten Simulation durch Ereignisse, Prozesse und Aktivitäten abgebildet (vgl. [KW07], S. 79). Für das Vorhaben VILOMA ist die Methode der ereignisdiskreten Simulation zur Berechnung der Vorausschau der zukünftigen Entwicklung des logistischen Systems relevant. Hierdurch sollen die Auswirkungen von Störungen und Maßnahmen auf das System ganzheitlich ermittelt werden und die Ergebnisse in der integrierten Datenbasis zur Entscheidungsunterstützung verfügbar gemacht werden.

Assistenzsysteme

Angesichts der erforderlichen Flexibilität unternehmerischer Entscheidungen steht immer häufiger im Fokus, die logistische Auftragsdurchlaufsteuerung und Disposition in der gesamten

Wertschöpfungskette von der Materialbeschaffung, über die Produktionsplanung und -steuerung bis zur Lagerhaltung/Distribution ganzheitlich, d.h. sowohl auf der Netzwerk-, als auch der intralogistischen Ebene zu betrachten. In diesem Sinne ist die Zielsetzung des Vorhabens VILOMA zu verstehen, Informatik und Logistik synergetisch zusammenzuführen und so neuen Formen des visuellen Logistikmanagements für morgen zu entwickeln.

Assistenzsysteme sind das designierte Werkzeug, um den Anforderungen des Logistikmanagements von morgen gerecht zu werden (vgl. [HT11a], [HT11b]). Sie liefern die operative Entscheidungsunterstützung für Akteure in komplexen Liefernetzwerken. Statusinformationen des Netzwerkes, die möglichst vollständig und zeitnah erfasst und bereitgestellt werden, werden verdichtet und interpretiert. Entscheidungsalternativen können in Szenarien schnell in Bezug auf relevante Kennzahlen bewertet werden. Die Unterstützung kann sich dabei auf kurz-, mittel- als auch langfristige Fragestellungen beziehen.

Assistenzsysteme ermöglichen die Koordination verschiedener Entscheidungsträger und unterstützen darüber hinaus auch bei der Umsetzung der Entscheidungen. Erst die permanente Verfügbarkeit von Statusinformationen über das logistische Netzwerk ermöglicht es, Umsetzungsprobleme schnell zu lokalisieren und korrigierend einzugreifen.

In [KTW08] definieren Kuhn et al. Assistenzsysteme für die Logistik auf drei Ebenen. Die erste Ebene ist die Systemebene, welche sich auf ein abgeschlossenes System im Unternehmen (Fertigungsabschnitt, Lagerplanung etc.) bezieht. Für die Standortebene führen Assistenzsysteme eine systemübergreifende Planungsunterstützung durch, indem Entscheidungsprozesse über Systemgrenzen hinweg unterstützt werden und eine übergreifende Instanz geschaffen wird. Die dritte Ebene bezieht sich auf Wertschöpfungsnetzwerke, welche ein System aus mehreren Unternehmen und Dienstleistern bilden können.

Die dargestellte Definition zeigt zum einen die hohe Einsatzbandbreite von Assistenzsystemen, als auch die erforderliche interpretierende Leistung der Systeme zur Unterstützung bei der Entscheidungsfindung. Das Vorhaben VILOMA hat hier auf die bestehenden Kenntnisse zu Assistenzsystemen aufgesetzt. Weiterhin sollte innerhalb eines Systems ein interaktiver Drill Through bis auf die zugrunde liegenden Prozesse ermöglicht werden.

Supply Chain Event Management

Das Thema Supply Chain Event Management (SCEM) und verwandte Themen, wie das Störungsmanagement, werden seit einigen Jahren vermehrt diskutiert. Das SCEM baut aus wissenschaftlicher Sicht auf den Konzepten des Management by Exception und des Event-based Planning auf und geht über herkömmliche Tracking & Tracing Systeme weit hinaus [BFV08]. Welche Auswirkungen Störungen innerhalb der Supply Chain auf die Intralogistik haben und wie man diese nutzt, um schnell und effizient darauf reagieren zu können, ist nicht betrachtet worden (vgl. [BK04], [WIL10], [STÖ04], [RHS09], [OTT03], [NIS02], [KAR03], [IEC08], [HUN05], [BSK02]).

Kennzahlen und Datenintegration

Im Rahmen des Forschungsprojektes soll ein gezieltes Drill Through der Daten ermöglicht werden. Für die Intralogistik und das Supply Chain Management werden Kennzahlen in der Literatur auch weitläufig beschrieben ([GH10], [VDI04]). Aufbauend darauf werden in der Praxis sehr viele Daten gesammelt, die auf keiner Hierarchieebene verwertet werden. So werden aktuell eine

Vielzahl an Daten bzw. Events über die Supply Chain bereits erfasst, ihre Auswirkungen auf komplexe Logistiknetze ist in der Literatur noch nicht behandelt worden, noch existieren Ansätze, die ihre Auswirkungen auf die Systeme überprüfen.

Logistik & IT

Das effiziente Logistikmanagement bedarf eines prozessorientierten Logistikverständnisses wie es beispielsweise das Supply Chain Management propagiert (vgl. [BEC08]). In der Industrie ist diese Sicht insbesondere in Unternehmen der Logistikbranche anzutreffen. Die oftmals funktionale Organisation produzierender Unternehmen als „Logistikkunden“ wirkt dem jedoch entgegen. Die Potentiale der prozessorientierten Sicht wurden u. a. im BMWi-geförderten Projekt InTerTrans (Integrierte Terminierung und Transportplanung) aufgezeigt. Integrierte Produktions- und Logistikplanung steigern hier die logistische Effizienz durch Etablierung von nachhaltigen Konzepten in der Transportplanung und Auftragsterminierung. (vgl. [INT11]). Neue Möglichkeiten des prozessorientierten Logistikmanagements liefert die sich schnell entwickelnde Informationstechnologie. Hier sind insbesondere neue Formen der Datenakquisition auf Basis von Autoidentifikationstechnologien für zukünftige Logistiknetzwerke relevant (vgl. [RAN11]; [ADI11]). Die Wissenschaft ist nicht zuletzt durch Projekte des EffizienzClusters LogistikRuhr (z. B. Supply Chain Execution - Serviceorientierte Logistikplattform) oder das BMWi-geförderte Forschungsprojekt RFID-based Automotive Network (RAN) bestrebt, das Gefälle zwischen Logistik und neuen Möglichkeiten der IT zu schließen. Die entstehenden Ansätze sind aber häufig auf das Management der Knoten (Intralogistik) oder der Kanten (Supply Chain Management) beschränkt, so dass eine durchgängige Zusammenführung der beiden Welten mit den existierenden Systemen und Ansätzen noch nicht möglich war. Die stetig steigenden Anforderungen an die Effizienz der Wertschöpfungskette hinsichtlich Flexibilität und Robustheit, erfordern eine integrierte Betrachtungsweise des Logistikmanagements über alle Stufen des Liefernetzwerkes. Für den Spezialfall der Katastrophenlogistik entwickelte das BMBF-geförderte Forschungsvorhaben „Service-orientierte Architekturen zur Unterstützung von Netzwerken im Rahmen öffentlicher Sicherheit“ (SoKNOS) Lösungsansätze zur Verkürzung der Reaktionszeit im Katastrophenfall. Der Schlüssel zu dieser Verkürzung ist die Konsolidierung verfügbarer Informationen. Um dieses Ziel zu erreichen, setzte das Vorhaben auf die Anwendung service-orientierter Architekturen. Hierdurch konnten Dienste entwickelt werden, die über das Internet die Erhebung und Konsolidierung von Daten aus unterschiedlichen Quellen ermöglichen. Dienste zur Datenkonsolidierung sind insbesondere für den Einsatz in Katastrophen-Leitständen relevant, da hier als Entscheidungsgrundlage Daten aus unterschiedlichen Quellen in einen konsistenten Zusammenhang gebracht werden müssen. Die Datensammlung erfolgt auf Basis eines definierten Datenaustauschformats, was die spätere Konsolidierung der Daten auf diesem Format ermöglicht (vgl. [B2M12]).

Im Folgenden werden Forschungsvorhaben aufgeführt, auf deren Arbeiten das Projekt VILOMA aufbaut. Die Arbeiten sind Bestandteil der Vorarbeiten der Partner des VILOMA Konsortiums, weshalb an dieser Stelle auf eine ausführliche Beschreibung verzichtet wird, sondern nur eine Einschätzung der wesentlichen Kriterien des VILOMA Forschungsvorhabens vorgenommen wird. Tabelle 1 gibt einen Gesamtüberblick der betrachteten Forschungsprojekte und verweist auf die Schnittpunkte mit dem vorliegenden Projekt VILOMA:

Tabelle 1: Aktuelle Projekte, die einige Arbeitsgebiete von VILOMA fokussieren

Projektname	Standardisierung von Kennzahlen	Zusammenführung Intralogistik und SCM	Intuitive Visualisierung	Integration Vorausschau und Prognose
ADiWa - Allianz digitaler Warenfluss	++	+	+	-
E ² Log - Energieeffizienz in Logistik und Produktion	-	++	++	-
EffizienzCluster Logistik Ruhr	+++	-	++	++
InKoRisk - Integrierte Terminierung und Transportplanung unterstützt durch kollaboratives Risikomanagement in der Automobilindustrie	+	++	-	-
InTerTrans - Integrierte Terminierung und Transportplanung	++	+	-	++
LogoTakt - Technologien und Prozesse für robuste und getaktete Logistiknetzwerke	+	++	-	-
RAN - RFID-based Automotive Network	+++	+	-	-
Wetter und Verkehr	-	-	+	++ (*)
VILOMA - Visual Logistics Management	++	+++	+++	++

(Legende: +++ sehr starker Fokus, ++ starker Fokus; + Bearbeitung als Randthema; - keine Berührung) (*) beschränkt – nur auf die Wetterentwicklung möglich

In Tabelle 1 wird deutlich, dass ein Großteil der betrachteten Vorhaben Standardisierung von Kennzahlen vornimmt. Ein gemeinsamer Fokus liegt auch auf der Zusammenführung von Intra-logistik und der gesamten Wertschöpfungskette, während die interaktive Visualisierung nur in den Projekten SCE und Visolo behandelt wird. Auch gibt es wenige Ansätze zur Verknüpfung der Visualisierung und Prognose, die einen wesentlichen Bestandteil der Arbeit in VILOMA bildet.

In Bezug auf die vom BMWi geförderten Projekte InKoRisk und InTerTrans grenzt sich VILOMA wie in der unten dargestellten Grafik (Abbildung 3) ab.

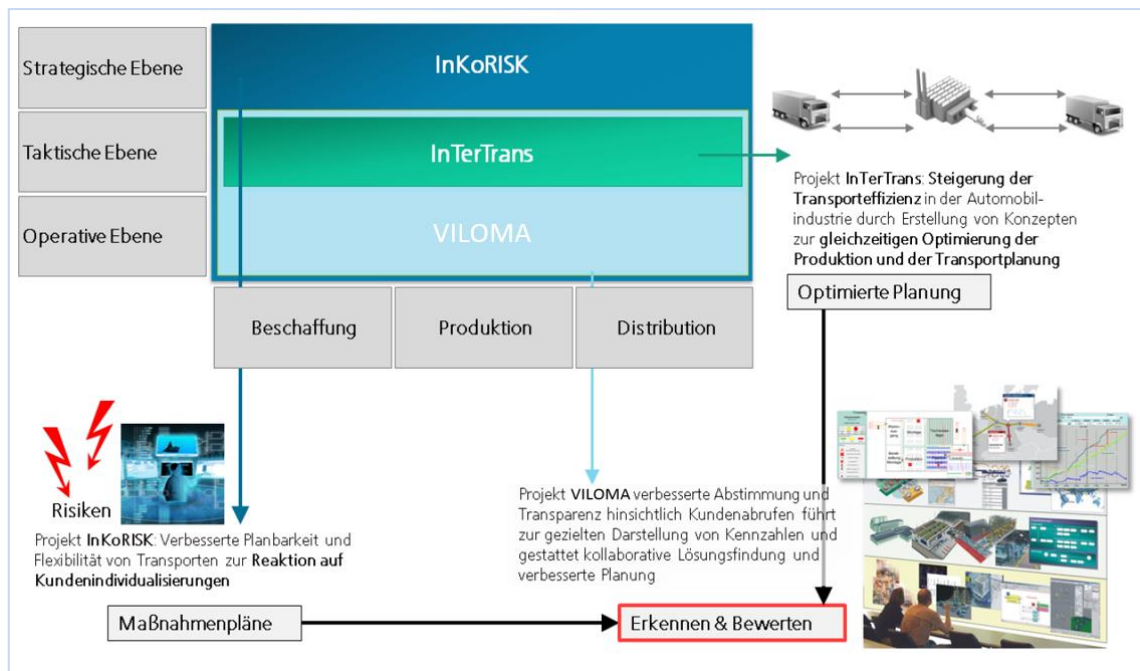


Abbildung 2: Abgrenzung des Projekts VILOMA zu InKoRisk und InTerTrans

Wie zuvor erwähnt, untersucht das Projekt InTerTrans Konzepte, welche die Transporteffizienz in der Automobilindustrie steigern und fokussiert daher die simultane Optimierung von Produktion und Transportplanung. Eine große Rolle spielen dabei die Standardisierung von Kennzahlen sowie die Vorausschau unter dem Aspekt der Optimierung. Das Projekt integriert die komplette Supply Chain und ist auf der taktischen Ebene anzusiedeln (vgl. [INT11]). Das auf InTerTrans basierende Projekt InKoRisk hingegen integriert das Risikomanagement in der Transportkette und betrachtet verkehrliche Maßnahmen bei der Reaktion auf Kundenindividualisierungen. Es umfasst dabei die gesamte Lieferkette über alle Ebenen hinweg (strategische, taktische sowie die operative) (vgl. [INK12]).

Das Projekt InTerTrans strebt somit eine optimierte Planung an, während InKoRisk Maßnahmenpläne erstellt. Im vorliegenden Projekt VILOMA wurden die optimierte Planung und die Maßnahmenpläne zusammengeführt und es ging nun vorwiegend um eine gezielte Darstellung von Kennzahlen („Erkennen“) sowie die kollaborative Lösungsfindung („Bewerten“). Dabei betrifft VILOMA die taktische und die operative Ebene.

Zusammenfassend fokussiert VILOMA in Ergänzung zu den laufenden Forschungsaktivitäten vor allem folgende neuartige Aspekte:

- Die ganzheitliche Betrachtung von Wertschöpfungsnetzwerken (Intralogistik und Supply Chain) unter Berücksichtigung echtzeitnaher Ist-Daten (Ereignisse) und vorausschauender Planung mittels Prognose und Simulation.
- Neue Formen der intuitiven Visualisierung von logistischen Kennzahlen (Verarbeitung und Verdichtung der Informationsflut in Analogie zu Wetterkarten, Satellitenbildern und Staukarten für die Logistik) und ein intuitives Drill Through für ein effizientes Logistik-Management.
- Übergreifendes Monitoring für Intralogistik und Supply Chain zur transparenten und aktuellen Informationsbereitstellung auf Großbildschirmen und mobilen Endgeräten.

1.5 Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft hat sich das Forschen für die Praxis zur zentralen Aufgabe gemacht. Die Forschungsorganisation betreibt seit 1949 anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft.

Mit 67 Institute und selbstständige Forschungseinrichtungen und knapp 24.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wird mit einem jährlichen Volumen von mehr als 2 Milliarden Euro geforscht (2014). Ein Volumen von bis zu 30 Prozent Grundfinanzierung wird über Bund und Länder gefördert um Problemlösungen zu finden, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell sind. Mit Aufträgen unterstützen Vertragspartner und Auftraggeber der Industrie und finanzieren so über 70 Prozent des Leistungsbereiches der Gesellschaft.

Seit über 50 Jahren wird im Hause der Fraunhofer-Gesellschaft angewandte Forschung mit einem Fokus auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien betrieben. Zusammen mit internationalen Niederlassungen wird der Innovationsprozess Deutschland und Europas durch die Gesellschaft vorangetrieben.

Das vorliegende Projekt wird durch das Institut für Materialfluss und Logistik (IML) in Dortmund sowie das Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) in Kaiserslautern gemeinsam begleitet. Die Erfahrungswerte der beiden Institute werden im Weiteren genauer erläutert.

1.5.1 Fraunhofer IML

Das Fraunhofer IML arbeitet mit 270 Wissenschaftler/-innen und 250 studentischen Mitarbeiter/-innen auf allen Gebieten des Materialflusses und der Logistik und bietet seinen Auftraggebern maßgeschneiderte, branchen- und unternehmensspezifisch optimierte Lösungen und Pilotsysteme. Durch die Begleitung der Kunden von der Planung bis zur Realisierung im Bereich der innovativen Forschungs-, Entwicklungs-, Engineering-, Planungs- und Beratungsdienstleistungen hat das IML seit 1981 Projekterfahrung und umfangreiche Kenntnisse in der Prozessanalyse und der modellbasierten Untersuchung logistischer Systeme gesammelt.

Um die formulierte Aufgabenstellung effizient bearbeiten zu können, bietet das Fraunhofer IML ausgezeichnete Kenntnisse in der Prozessanalyse und modellbasierten Untersuchung logistischer Supply Chain Netzwerke, aber auch in der Entwicklung von Softwareprototypen z. B. zur Simulation logistischer Netzwerke oder zur Optimierung von Distributions- und Dispositionsproblemen. Im Bereich Simulation hat das IML das Werkzeug OTD-NET für komplexe Liefernetzwerke entwickelt, welches sich bereits in zahlreichen Forschungs- und Industrieprojekten bewiesen hat. In der Intralogistik ist das IML in der Planung und Realisierung von Materialflusssystemen, im Lean Warehousing sowie in der Beratung von Warehouse Management Systemen tätig.

1.5.2 Fraunhofer ITWM

Das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) wurde 1995 gegründet und hat bei 220 Mitarbeitern einen jährlichen Betriebshaushalt von 17,8 Mio. €. Das Fraunhofer ITWM gehört zu den weltweit führenden Forschungseinrichtungen für Industriemathematik. Ein Schwerpunkt der Forschung ist die mathematische Modellierung, Simulation, Optimierung und

Visualisierung physikalischer, technischer und logistischer Prozesse. Die Kernkompetenzen bilden klassische Disziplinen der angewandten Mathematik, wie Optimierung und Simulation, und umfassen unter anderem auch Methoden für Visualisierung und interaktive Entscheidungsunterstützung. Das ITWM hat im Supply Chain Management langjährige Erfahrungen in der strategischen Standortplanung sowie auf dem Gebiet der Netzwerkmodellierung und Netzwerkoptimierung. Die Produkte des ITWM reichen von Software-Know-how über Beratungs- und Supportangebote bis hin zu Systemlösungen.

2 Verwendung der Zuwendung und Ergebnisse

2.1 AP 1: Anforderungserhebung

2.1.1 AP 1.1: Prozessanalyse

Zielsetzung

Das primäre Ziel des AP 1.1 lag darin, ein gemeinsames Verständnis über den aktuellen Prozessabläufe der Material- und Informationsflüsse als Ganzes zu schaffen sowie die Herausforderungen der jeweiligen Partner zu diskutieren.

Methodik

Durch die Fraunhofer Institute wurde in AP 1.1 die Prozessaufnahme organisiert und durchgeführt, sowie die Ergebnisse dokumentiert. Die Prozessaufnahme erfolgte im ersten Schritt Vor-Ort bei den an den Use Case Szenarien beteiligten Unternehmen. Die nachfolgende Darstellung veranschaulicht die Zeitleiste der Prozessaufnahmen in den Use Cases.

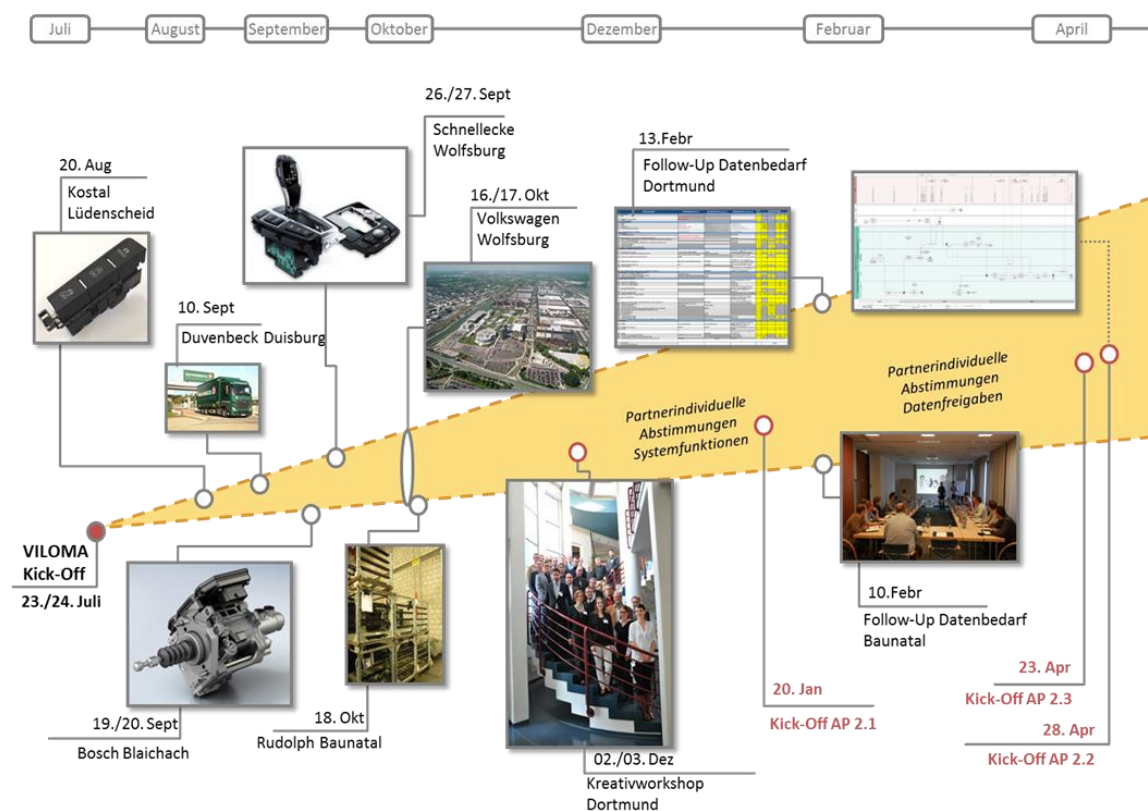


Abbildung 3: Zeitliche Einordnung der Arbeiten in AP 1

Im Rahmen der Aufnahme konnte mittels Prozessbegehungen und anschließenden Experteninterviews ein detaillierter Überblick über die Abläufe des Material- und Informationsfluss in den Unternehmen gewonnen werden. Um die Erkenntnisse für die nachfolgende Dokumentationsphase festzuhalten, bietet sich die Brown Paper Methode an, um gemeinsam mit den Experten Vor-Ort wesentliche Prozesse unmittelbar zu dokumentieren. Erfahrungsgemäß vereinfacht diese Art der Dokumentation das gemeinsame Verständnis über die Abläufe und den erforder-

lichen Detailgrad der Darstellungen. In der zweiten Phase der Aufnahme erfolgte die Dokumentation der Prozesse durch die Fraunhofer Institute mittels der Business Process Modeling Notation (BPMN) – einer etablierten grafischen Modellierungsmethode. In einem abschließenden Review Prozess wurden die Abläufe durch die Unternehmensexperten fachlich geprüft und anschließend durch die Fraunhofer Institute überarbeitet.

Ergebnisse

Use Case Behältermanagement

Am Use Case Behältermanagement sind die Partner Bosch – Rudolph – Volkswagen Werk Wolfsburg beteiligt. Im Zentrum der Untersuchung steht der Versand des iBooster vom Lieferanten Bosch über den Logistikdienstleister Rudolph an das Werk Wolfsburg von Volkswagen. Der Versand erfolgt in Spezialbehältern. Um einen sachgemäßen Transport der Ware zu ermöglichen, bestellt der Lieferant Bosch bei Volkswagen die erforderliche Menge Behälter als Leergut. Volkswagen stellt die Behälter als Leergut zur Verfügung, der Transport der Leerbehälter erfolgt durch Rudolph. Nach Transport wird das Leergut von Rudolph an einen externen Dienstleister² übergeben, der für Bosch die Aufbereitung der Leerbehälter und nach Abrufeingang die Bereitstellung an die Produktion des Lieferanten Bosch übernimmt. Der Lieferant Bosch füllt die Leergutbehälter mit Material und schickt diese anschließend über den Logistikdienstleister Rudolph als Vollgutbehälter an den Empfänger Volkswagen. Zwischen den einzelnen Akteuren des Use Case Szenarios erfolgt ein bilateraler Austausch von relevanten Informationen. Im Folgenden werden die Interaktionen der Akteure detaillierter vorgestellt.

Auf Basis der Kenntnis der Prozessabläufe und Informationsweitergaben wurden gemeinsam mit den Anwendungsfallpartnern die folgenden Herausforderungen und Zielstellungen für das Behältermanagement identifiziert:

- Häufige Intransparenz bei Teilaufträgen
- Nichtverfügbarkeit von Behältern führt zu zusätzlichen Umpackprozessen
- Keine Transparenz über Einhaltung der Anlieferzeitfenster durch Logistikdienstleister
- Unzureichende Nutzung der Daten hinsichtlich der Sendungsverfolgung
- Mangelhafte Kenntnis über aktuelle Standorte der (Vollgut-)Behälter (auch innerhalb der Produktionswerke)
- Häufiger Einsatz von Expertenwissen und manueller Absprache im Rahmen der Leergutdisposition
- Interner Gebrauch verursacht fehlerhaftes Labeling und falsche Bestände
- Produktionsnivellierung auf Tagesebene notwendig
- Unzureichende Berücksichtigung der Leergutbestände in vorhandenen Systemen
- Unvollständige Übermittlung von Informationen über bestellte bzw. versendete Packmittel (z. B. kein Versand der VDA4921 bei Direktfahrten; Keine Informationsbereitstellung bei der Mitnahme von Leergutbehältern)
- Ungenauigkeit über den Zeitpunkt der Verfügbarkeit der Packmittel

² Der Dienstleister steht nicht im Fokus der Betrachtungen.

- Ungenaue Buchung von Packmittelsets auf eine Zielwerkstatt
- Kein Abgleich zwischen avisierter und erfasster Ladung von Leergutbehältern
- Kurzfristige Änderungen in der Planung beim Zulieferer beeinflussen die vorherige Avisierung
- Ineffiziente Transportraumnutzung durch die Verwendung von Ausweichverpackung (z. B. Kartontage) und unzureichende Beladung der Paletten

Use Case Engpassmanagement

Am Use Case Engpassmanagement sind die Partner KOSTAL – Duvenbeck – Schnellecke – Volkswagen Werk Wolfsburg beteiligt. Im Fokus steht die Teileversorgung des Volkswagen Werks Wolfsburg von Mittelkonsolen für den Golf A7 im Fokus. Die Mittelkonsole wird mit jeweils einem Schaltermodule links und einem Schaltermodule rechts ausgestattet. In VILOMA wurden nicht alle Varianten der Mittelkonsole mit Blick auf die Schaltermodule berücksichtigt, der betrachtete Ausschnitt zur Bildung der Varianten Mittelkonsole umfasst zwölf verschiedene Schaltermodule, wobei drei davon auf der rechten Seite verbaut werden und neun auf der Linken. Damit wurden in VILOMA 27 verschiedenen Varianten an Mittelkonsolen betrachtet.

Volkswagen Werk Wolfsburg bestellt seine Ware per Lieferabruf beim 1st Tier Lieferanten Schnellecke. Dieser berechnet die Sekundärbedarfe und leitet den umgerechneten Lieferabruf an den 2nd Tier Lieferanten KOSTAL weiter. Der Transport der Ware erfolgt durch den Logistikdienstleister Duvenbeck von KOSTAL zu Schnellecke. Dem Lieferant Schnellecke obliegt nach Abrufeingang des Empfängers Volkswagen die sequenzierte Montage und sequenzbasierte Anlieferung des montierten Materials. Zwischen dem Logistikdienstleister Duvenbeck und Lieferanten KOSTAL besteht ein reiner Materialfluss. Zwischen den weiteren Akteuren des Use Case Szenarios erfolgt ein bilateraler Austausch von relevanten Informationen. Im Folgenden werden die Interaktionen der Akteure detaillierter vorgestellt.

Gemeinsam mit den Use Case Partnern konnten während der Prozessaufnahme folgende Herausforderungen und Zielstellungen erarbeitet werden:

- Informationsweitergabe erfolgt nicht automatisch oder systemgeführt, wodurch Informationsbrüche entstehen → Weiterverwendung von Datenströmen ist daher notwendig (nicht nur von Informationen)
- Kein (automatisches) Generieren von Ereignissen oder Störungen in Echtzeit während der Planung und Ausführung von Transport/Umschlag/Lager-Prozessen → Transparenz über Bestände entlang der Kette muss gegeben sein
- Status einzelner Sendungen oder der LKW ist bei Ankunft nicht bekannt, sodass kein kurzfristiges Handeln (z. B. Priorisieren) ermöglicht wird
- frühzeitiger Mengenabgleich zwischen Bestellung und Lieferung (Soll-Ist-Vergleich) nicht möglich → Verkürzte Reaktionszeit bei Störungseintritt
- Geringere Lagerbestände und eine optimalen Lagerreichweite bei 100% Versorgungssicherheit sollte erreicht werden
- Erhöhte Transparenz und Visualisierung der Logistikprozesse/Informationen ist erforderlich
 - Bedarfe (Feinabruf (FAB)/Lieferabruf (LAB))
 - Prozesszeiten und Lieferfrequenz entlang der Lieferkette
 - Losgrößen/Füllstückzahlen

- Steigerung der Fahrzeugauslastung durch verbesserten und häufigeren Datenaustausch
- Vermeidung von Leer- und Sonderfahrten
- Kontinuierliche Prüfung der Abrufmengen durch die Lieferanten und Mitteilung bei Änderungen der Abrufmengen bzw. bei mangelnder Lieferfähigkeit (innerhalb von zwei Werktagen)
- Erstellung und Umsetzung von wirksamen Maßnahmenplänen bei Rückstandssituationen

Während der Prozessbegehung konnten Use Case übergreifend gemeinsame Verbesserungsansätze identifiziert werden. Dazu gehört zum einen die Nutzung einheitlicher, standardisierter Daten und zum anderen die verständliche Kommunikation wesentlicher Informationen unter allen Beteiligten. Dies bestätigt die im VILOMA-Antrag formulierten Ansätze zur Notwendigkeit eines unternehmensübergreifenden Datenaustauschs, einer intuitiven Aufbereitung der Daten und der zielgruppenspezifischen Visualisierung.

2.1.2 AP 1.2: Anforderungsspezifikation

Zielsetzung

Aufbauend auf den identifizierten Herausforderungen wurden gemeinsam mit den Partnern die Anforderungen an das VILOMA-System erhoben, der resultierende Datenaustausch diskutiert und SOLL-Konzepte für die Informationsflüsse in den Use Case Szenarien beschrieben.

Methodik

Durch die Fraunhofer Institute wurde zur Spezifikation der Anforderungen an das VILOMA System ein zweitägiger Kreativworkshop organisiert und durchgeführt. Das Ziel war es erste Ideen zur zukünftigen Systemgestaltung zu diskutieren und im Besonderen die Anforderungen an das VILOMA-System zu sammeln. Als thematische Schwerpunkte wurden durch die Fraunhofer Institute folgende Themen identifiziert, die in moderierten Kleingruppen diskutiert wurden:

- Informationsaufbereitung und Erfassung
- Daten- und Netzwerkmodell
- Visualisierung
- Simulation, Prognose und Entscheidungsunterstützung.

Die Ergebnisse des Workshops wurden durch Fraunhofer dokumentiert und galten insbesondere den nachfolgenden Arbeitspaketen als Ausgangsbasis für weitere Diskussionen. Insbesondere die Ergebnisse aus dem Themenfeld Simulation/ Prognose/ Entscheidungsunterstützung wurden durch die Fraunhofer Institute strukturiert und weiter detailliert. Diese dienten im Folgenden als Basis der Diskussion der VILOMA-Systemfunktionen.

Neben dem Kreativworkshop und folgenden Aufbereitungen, wurden im Rahmen des APs durch die Fraunhofer Institute Review-Workshops organisiert und durchgeführt, mit dem Zweck die Datenbedarfe zu den Systemfunktionen zu spezifizieren.

Ergebnisse

Im Zuge des Kreativworkshops wurden seitens des Use Case Engpassmanagement/Liefersynchronisation 52 Systemfunktionen spezifiziert, demgegenüber standen 20 Funktionen im Use

Case Behältermanagement. Diese Funktionen wurden in die fünf Gruppen Plandaten, Reporting, Track & Trace, Monitoring sowie Entscheidungsunterstützung unterteilt. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Systemkategorien und die zugeordneten Funktionalitäten.

Tabelle 2: Überblick Systemfunktionen des VILOMA Assistenzsystems

Assistenzsystem-funktion	Unterfunktion	Beispiel
Plandaten	Plandaten	Produktions-/Bedarfsmengenvorschau
Reporting	Reporting Bestände	Bestände, Lagerreichweite; Mehr-/Mindermengen im Wareneingang
	Reporting Leistungs-/Qualitätskennzahlen	
	Reporting Servicelevel / Liefer(abruf)treue	
Track & Trace	Prozessstatus (Transport, Lager, Produktion)	Abfahrten / Ankünfte, Positionsdaten LKW; SOLL-Ankunftszeiten LKW z. B. unter Berücksichtigung Stau
	Prozessentwicklung	
Monitoring	Verfügbarkeitsprognose, BKM	Bestandsentwicklung über die Kette; Bedarfs- / Verfügbarkeitsprognose
	Bedarfsprognose	
Entscheidungs-unterstützung	Planungsunterstützung	Planungsunterstützung Transportplanung; Frachtraumauslastung

Zu den verschiedenen Systemfunktionen wurden Use Case spezifisch die Datenbedarfe, Sender und Empfänger ermittelt und mit den vorhandenen Informationsflüssen abgeglichen, um zu identifizieren, welche Informationen allen Use Case Partnern zur Verfügung zu stellen sind bzw. zusätzlich zu erfassen sind, um spezifische Funktionalitäten zu erreichen.

Parallel wurden durch die Fraunhofer Institute aus der Literatur und vorangegangenen Projekten der Antragsteller, wie Landmark, Allianz Digitaler Warenfluss (ADiWa) und RFID-based Automotive Network (RAN) Eventstandards zur einheitlichen Kommunikation von Statusupdates ermittelt und deren Anwendung im VILOMA Konsortium diskutiert. Auf der Basis der Diskussionen erstellte Fraunhofer eine Soll-Prozesskette für jeden Use Case, in welchem der Idealzustand für den Nachrichtenfluss in ein unternehmensübergreifendes VILOMA-System dargestellt ist. Abbildung 4 zeigt das Soll-Konzept für den Prozess der Lieferabrufe und die Materialanlieferung bei Volkswagen.

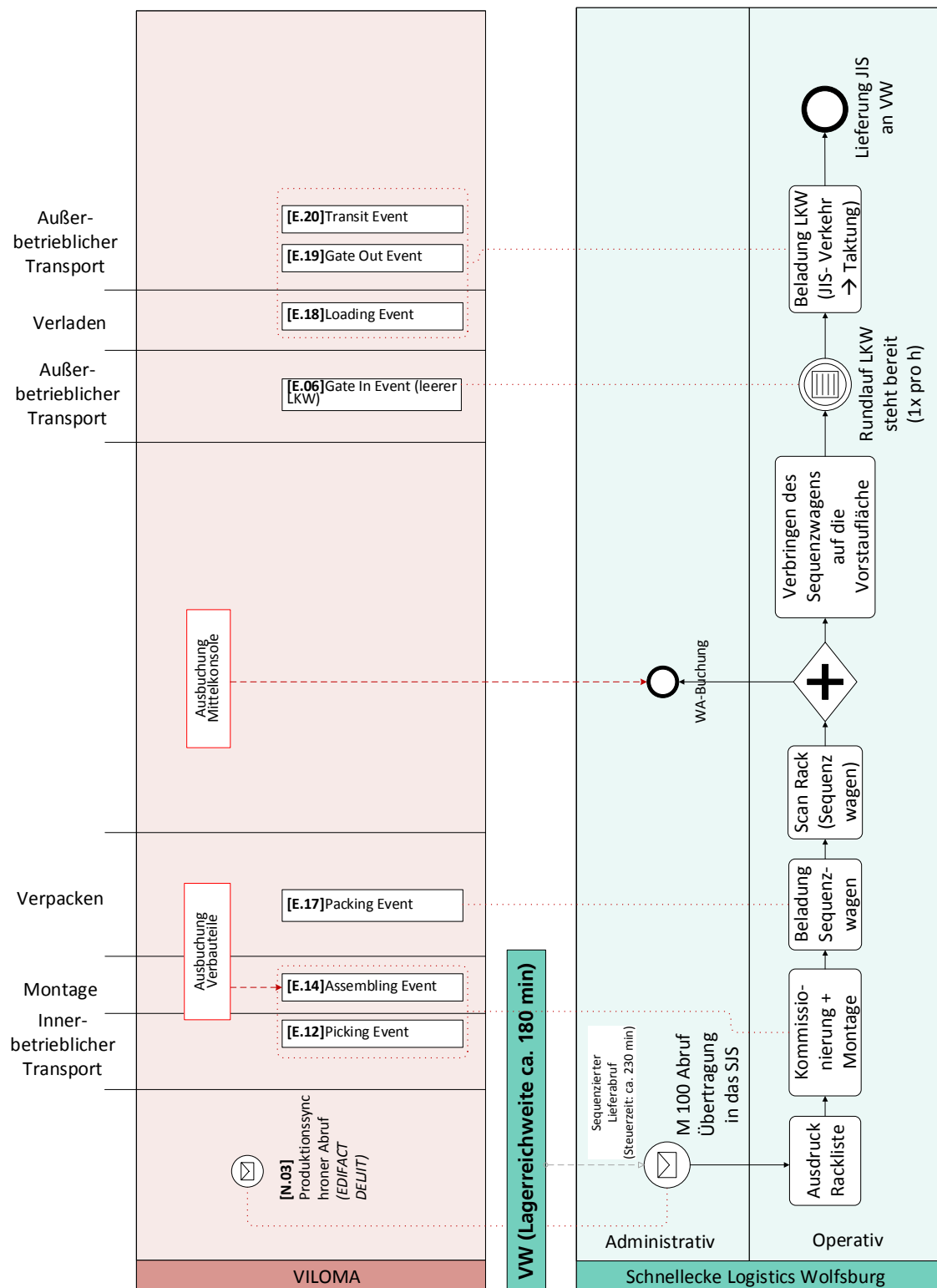


Abbildung 4: Soll-Konzept M100 Sequenzabruf und JIS-Anlieferung bei Volkswagen

2.2 AP 2: Methodenentwicklung

2.2.1 AP 2.1: Entwicklung eines integrierten Daten- und Netzwerkmodells

Zielsetzung

Das AP 2.1 befasste sich mit dem Thema „Daten- und Netzwerkmodell“. Hierunter sind Fragestellungen rund um die semantische und syntaktische Definition der Kommunikation im VILOMA-System sowie die Bestimmung eines Berechtigungskonzepts zu fassen. Neben dem Fraunhofer IML waren das Fraunhofer ITWM sowie die Firmen Bosch, prismat und LogProIT beteiligt.

Methodik

Die im AP 1 erstellten Ausarbeitungen, wie die Dokumentationen der Prozesse, wurden hinsichtlich bestehender Systemkommunikation und unternehmensinterner Nutzer-Rollen analysiert. Die bestehende Systemkommunikation wurde aufgenommen sowie anschließend dokumentiert und durch die Projektpartner verifiziert.

Rollenbeschreibungen der Prozessbeteiligten wurden auf Basis der Prozessaufnahmen des AP 1.1. erstellt. Diese diente als ein Ausgangspunkt für das im Rahmen dieses AP entwickelten Berechtigungskonzepts.

Aufgrund der starken Wechselwirkungen mit den Fragestellungen der Technologieentwicklung wurde mit den Beteiligten des AP 3 eine technische Vision des VILOMA-Systems entwickelt. Sie diente als Basis für weiteren Tätigkeiten der Schnittstellendefinition und Kommunikationsstrukturen.

Diverse Vorarbeiten der durch das BMBF bzw. BMWi geförderten Projekte ADiWa, RAN wurden gesichtet.

Das entworfene Datenmodell, welches auf den Ergebnissen der AP 1.1 und AP 1.2 basierte, wurde kontinuierlich weiterentwickelt und um Inhalte ergänzt, welche sich aus den Arbeiten des AP 2.2 ergaben. In einem iterativen Vorgehen wurden dem Datenmodell weitere Datenobjekte und Attribute hinzugefügt, Umstrukturierungen vorgenommen und nicht notwendige Bestandteile entfernt. Das Datenmodell wurde mittels UML-Diagrammen (Unified Modeling Language) visualisiert. Erläuterungen zu jedem Datenobjekt und jedem Attribut sowie Herkunftsbezeichnungen in Form von Excel-Tabellen wurden erstellt.

Analog zur Vorgehensweise zur Erstellung des Datenmodells sowie zeitlich parallel hierzu wurde ein – initial durch Bosch entworfenes – Berechtigungskonzept durch die Partner des Arbeitspakets in mehreren Iterationsstufen entwickelt.

Die Qualität und Vollständigkeit des Datenmodells wurden durch mehrere Feedback-Schleifen geprüft. Analog hierzu erfolgte das Vorgehen in der Weiterentwicklung des Berechtigungskonzepts. Das Datenmodell, begleitende Dokumentationen und das Berechtigungskonzept wurden dem Konsortium zu einem ersten Review zur Verfügung gestellt. Das Feedback wurde in das Datenmodell eingearbeitet und neuerlich zur Evaluation zur Verfügung gestellt. Mit der Freigabe des Datenmodells und des Berechtigungskonzepts durch die Industriepartner wurde das AP 2.1

abgeschlossen. Aufgrund der Bedeutung des Datenmodells und des Berechtigungskonzepts für die Arbeiten der AP 3.1 fand ein kontinuierlicher Informationsaustausch mit den Beteiligten des AP 3.1 statt.

Ergebnisse

Ausgangspunkt für die Erstellung des Datenmodells war die Bestandsaufnahme der IT-Systeme der VILOMA Partner sowie der im Kontext der Use Cases ausgetauschten Daten. Diese wurden skizziert, siehe Abbildung 5.

Teilergebnis 1: Modellierung der intralogistisch und transportlogistisch relevanten Informationen auf allen Ebenen der Supply Chain wie Prozesse, Bestände, Ressourcen etc.

Aufbauend auf der Bedarfsanalyse sowie der vorangegangenen AP 1.1 und AP 1.2 wurde ein Datenmodell entworfen und mit einem UML-Diagramm dargestellt. Um den unterschiedlichen Anforderungen der Projektpartner gerecht zu werden, wurden logistische Datenobjekte mit entsprechenden Attributen konzipiert. Diese sind auf die Bedarfe der Partner angepasst.

Ein Datenobjekt repräsentiert ein Objekt der logistischen Welt, z. B. einen „Artikel“. Diese Datenobjekte besitzen eine strukturierte Menge von Attributen, die eine komplette Beschreibung des Objektes zulassen und die zwischen den Systemen ausgetauscht werden können. Der logistisch-fachliche Input zum Aufbau des Modells wurde in einem zweiten Iterationsschritt von der IT um Datenbank-Objekte erweitert.

Das Datenmodell umfasst insbesondere folgende Inhalte (siehe auch Abbildung 6 und Abbildung 7):

- **Aufträge und Abrufe (nach VDA und EDIFACT):** Lieferabruf, Feinabruf, Produktionssynchroner Abruf, Speditionsauftragsdaten, Anlieferdaten, Transportdaten, Versandanmeldung
- **Stammdaten:** Akteure, Teile und Ladungsträger/Behälter, Stücklisten, Transportressourcen
- **Aufbau- und Ablaufstruktur:** Prozesse, Transport und Transportrelationen, Fahrpläne

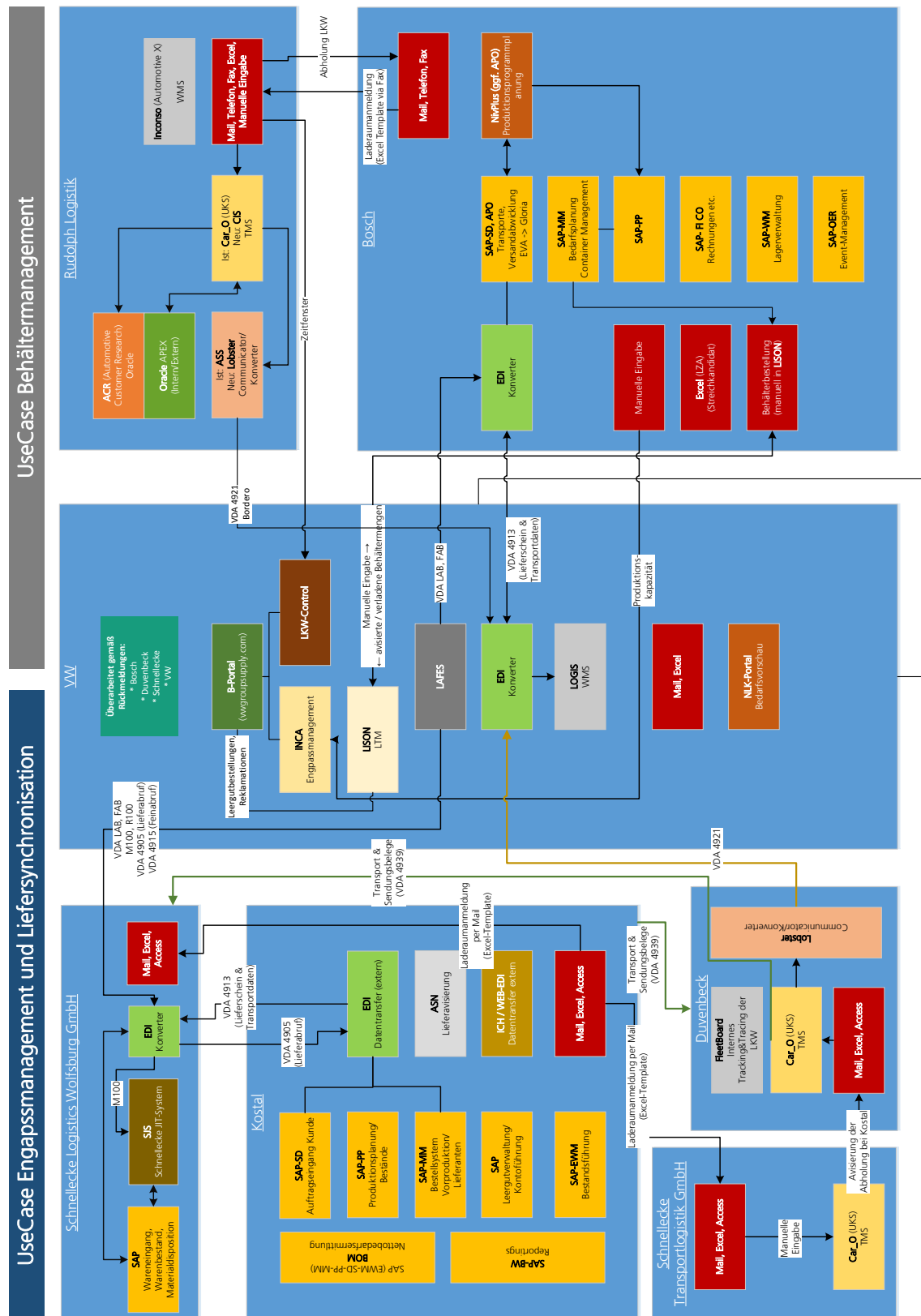


Abbildung 5: Systemkommunikation – In den VILOMA-Use-Cases involvierte Systeme und jeweils ausgetauschte Nachrichten / Informationen

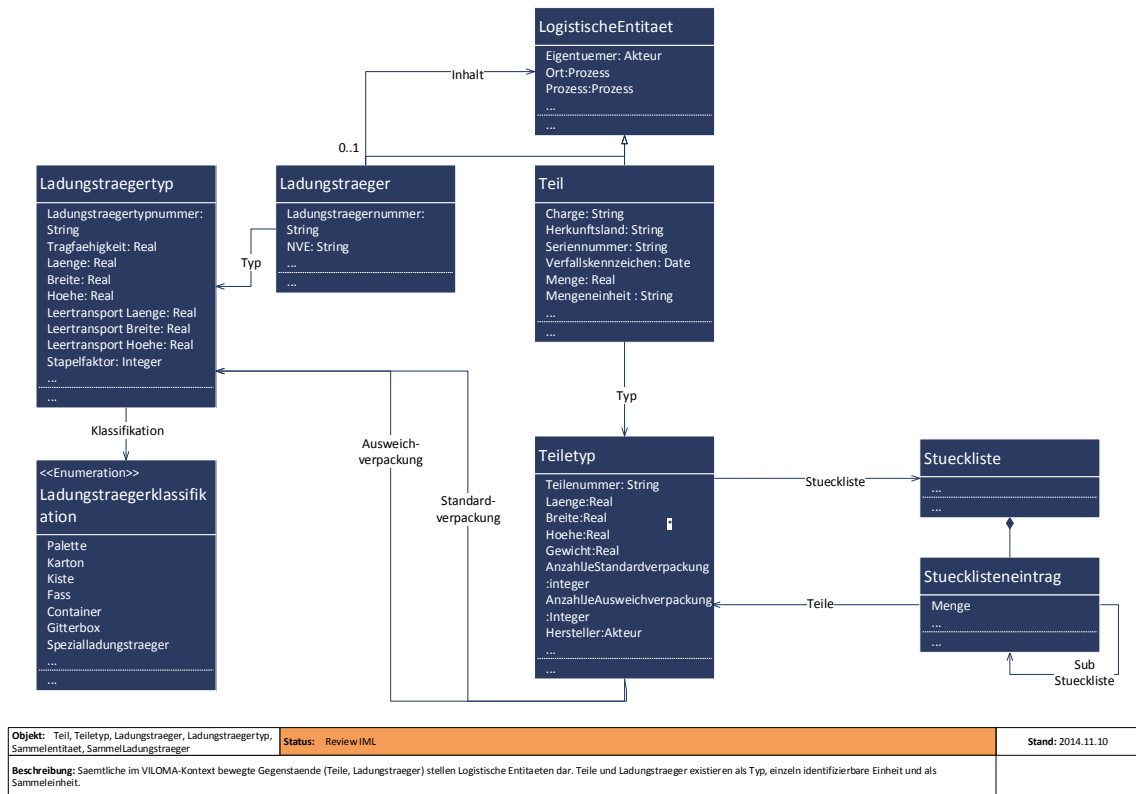


Abbildung 6: Ausschnitt aus dem Datenmodell – Modellierung von Teilen und Ladungsträgern. In dieser Art und Weise wurden mehr als 70 Klassen und mehr als 400 Attribute sowie ihre Zusammenhänge modelliert.

Objekt		Lieferabruf			
Definition		Lieferabrufe werden vorwiegend in der Automobilindustrie eingesetzt, um in Menge und Termin wechselnde Bedarfsänderungen in bestimmten Zeitabständen fortzuschreiben. Ein neuer Lieferabruf ersetzt vollständig einen vorhergehenden. Mit der Lieferabruf-DFue werden Daten uebertragen, die auch im Lieferabruf-Vordruck enthalten sind.			
Attribut		Typ	Beschreibung	Quelle	ID
9	Dateneigentuermer	Akteur	Referenz auf Akteur; Eigentuermer des Datensatzes		
10	Kunde	Akteur	Referenz auf Akteur; Identnummer, die der Lieferant einem Kunden zuteilt. Alle Daten einer Satzstruktur, die das Feld Kunden-Nr. enthaelt, unterliegen dem Daten-schutz. Linksbuendiger Eintrag.	VDA 4905	511.03
11	Lieferant	Akteur	Referenz auf Akteur; Identnummer, die der Kunde einem Lieferanten (Vertragsnehmer) zuordnet. Alle Daten einer Struktur, die das Feld Lieferanten-Nr. enthaelt, unterliegen dem Datenschutz. Linksbuendiger Eintrag.	VDA 4905	511.04
12	Werk Kunde	Ort	Referenz auf Ort; Werk des Kunden, an das geliefert werden soll. Verschlüsselte Form des Kunden. Linksbuendiger Eintrag, siehe Anlage 9, Pos. 01	VDA 4905	512.03
13	Abrufnummer	string	Der Kunde vergibt fuer jeden Lauf zur Aufbereitung von Feinabrufdaten eine Feinabrufnummer. Kunde und Lieferant bewahren diese Nummer bis zur naechsten Verarbeitung von Feinabrufdaten auf. Da der Kunde jeweils zu der neuen Feinabrufnummer auch die der vorausgegangenen Verarbeitung angibt, kann der Lieferant die Vollstaendigkeit der Feinabrufdaten je Sachnummer kontrollieren. linksbuendiger Eintrag.	VDA 4905	512.04
14	Abrufdatum	date	In Form JJMMTT; in Verbindung mit 552.04	VDA 4905	512.05
15	Sachnummer Kunde	Teiletyp	Referenz auf Teiletyp; Artikel fuer den der Feinabruf gueltig ist.	VDA 4905	512.08
16	Sachnummer Lieferant	Teiletyp	Referenz auf Teiletyp; Artikel fuer den der Feinabruf gueltig ist.	VDA 4905	512.09
17	Abladestelle	string	Die Abladestelle bezeichnet die Stelle im Werk-Kunde, an der die Ware abgeladen werden soll. Verschlüsselte Form des Kunden. Linksbuendiger Eintrag.	VDA 4905	512.11
18	Abschluss-/Bestellnummer	string	Identnummer, die der Kunde einer Bestellung bzw. einem Rahmenabschluß zuteilt. Linksbuendiger Eintrag in Druckform..	VDA 4905	512.10
19	Datum Planungshorizont	Date	Enddatum des Planungshorizonts	VDA 4905	515.11
20	Verwendungsschlüssel	string	Serie, Ersatz allgemein, etc.	VDA 4905	512.17
21	Packmittel (Kunde)	Ladungstraegertyp	Referenz auf Ladungstraegertyp; Ident-Nummer, die der Kunde einem Artikel, Packmittel oder einer sonstigen Leistung zuordnet, linksbuendig im Druckform eintragen. Fuer Packmitteltyp.	VDA 4905	517.03

Abbildung 7: Auszug aus dem Datenmodell – Erläuternde Informationen in Ergänzung zu den UML-Diagrammen, inkl. Benennung von Datenquellen bzw. Referenzen zu bestehenden Nachrichten (hier VDA 4905).

Teilergebnis 2: Spezifikation des Berechtigungskonzepts

Das Berechtigungskonzept ist eine Ergänzung zum Datenobjektmodell. Da nicht jeder Partner alle Informationen sehen und nicht alle Objekte verändern darf, ist ein Berechtigungskonzept nötig. Es werden alle relevanten Daten vollständig an das VILOMA-System übermittelt. Um die gewünschten Informationen für die verschiedenen Partner sichtbar zu machen, stellt das Berechtigungskonzept diese unterschiedlichen Sichten dar und regelt außerdem, ob Objekte verändert werden dürfen und von wem. Generell werden zwei Granularitäten der Sichtbarkeit und der Bearbeitung unterschieden:

- Globale Ebene: Beziehung der einzelnen Partner untereinander
- Lokale Ebene: Jeder Partner kann intern verschiedene Nutzergruppen verwalten, die unterschiedliche Berechtigungen haben.

Jeder Partner war selbstständig für die eigenen unterschiedlichen Benutzergruppen verantwortlich. Die netzwerkweiten Berechtigungen waren durch die anderen Partner (bei fremden Datenquellen) und durch eigene Einschränkungen vorgegeben. Somit konnte jeder Partner nur Einschränkungen für die eigene Benutzergruppe vornehmen. Weiterhin bekamen die Partner Zugriff auf verdichtete Auswertungen, ohne Zugriff auf Rohdaten, z. B. Auswertungen/Visualisierung zu haben. Die Berechtigungen auf Key Performance Indicator (KPI)/Reports zuzugreifen wurden separat vergeben. Tabelle 3 beschreibt die in VILOMA definierten Zugriffs-/Berechtigungskonzepte, welche in den nachfolgenden Abbildungen exemplarisch am Objekt Teil/Artikel definiert wurden.

Tabelle 3: Definitionen des Zugriffs-/Berechtigungskonzepts

Datenobjekte	Die einzelnen Datenobjekte haben einen Besitzer (data owner). Dieser bestimmt, welcher Partner auf das Objekt zugreifen darf. Weiter bestimmt der Besitzer welche Attribute des Objektes der Partner lesen oder verändern darf.
	Die einzelnen Datenobjekte haben mehrere Attribute. Die Daten für diese Objekte stammen ggf. aus mehreren Quellen, d. h. auch von verschiedenen Partnern. Daher müssen die Berechtigungen nicht nur für die Objekte festgelegt werden, sondern für die Attribute.
Datenfreigabe	Annahme: Personenbezogene Daten werden nicht gespeichert/verarbeitet.
	Der Data owner legt fest, welche Partner (oder Partnerfunktionen) auf die Daten zugreifen dürfen (auf Objekt- oder Attributebene).
	Ausprägung der Datenfreigabe: Besitzer (data owner), Lesezugriff (<u>r</u> ead), Schreibzugriff (<u>w</u> rite), Download

Funktion Attribut	Volkswagen	<u>Bosch</u>	Schnellecke	Kostal	Duvenbeck	Rudolph	Andere Partner
ID	r	o				r	
Charge	r	o					
Seriennummer	r	o					
Gefahrgut	r	o				r	
Nettogewicht	r	o				r	
Bruttogewicht	r	o				r	
Status	w	o				w	

Abbildung 8: Beispiel „Zugriffsrechte“ – Artikel in der globalen Sicht (Legende siehe Tabelle 3)

Funktion Attribut	Admin	Dispositions- leitung	Disposition	Bereichsleitung	Clearing	Trailer Management
ID	r	r	r	r	r	
Charge	r	r		r	r	
Seriennummer	r	r		r	r	
Gefahrgut	r	r	r	r	r	
Nettogewicht	r	r	r	r	r	
Bruttogewicht	r	r	r	r	r	
Status	w	w	w	w	w	

Abbildung 9: Beispiel "Zugriffsrechte" – Artikel in der internen Sicht bei Rudolph (Legende siehe Tabelle 3)

2.2.2 AP 2.2: Entwicklung von Methoden zur Informationsaufbereitung, -filterung und -verdichtung

Zielsetzung

Das AP 2.2 beinhaltet die Entwicklung von Methoden zur Informationsaufbereitung, -filterung und -verdichtung. Aus den in AP 1.1 und AP 1.2 definierten Assistenzsystemfunktionen und Soll-Prozessen sollten relevante Prozessschritte für das VILOMA-System spezifiziert und somit eine Strukturierung der vorhandenen Daten für die Aufbereitung identifiziert werden. Hierbei sollten die bisher getrennt voneinander betrachteten Use Cases Engpassmanagement und Behältermanagement gemeinsam analysiert werden, um redundante Funktionen und Anforderungen zu lokalisieren und somit eine globale Strukturierung des Daten- und Informationsmodells zu finden.

Methodik

Die in AP 1.2 definierten Soll-Prozesse wurden zum Arbeitspaket Kick-Off-Meeting den Projektpartnern vorgestellt und Visualisierungspunkte, d. h. Prozessschritte in denen das VILOMA-System genutzt werden soll, gemeinsam mit den Partnern identifiziert. Hierauf folgend wurden zu den definierten Visualisierungspunkten, funktionspezifisch die darzustellenden Informationen spezifiziert und die erforderlichen Filtermöglichkeiten definiert. Des Weiteren wurden aus den Visualisierungspunkten Assistenzsystemfunktionalitäten abgeleitet und so eine Strukturierung der Informationen vorbereitet. Hierfür wurde von allen Partnern eine umfassende Definition der darzustellenden Informationen und deren Parameter, Nennung der Datenquellen sowie Benennung der Endanwendergruppen pro Assistenzsystemfunktionalität gefordert, um diese zu einem ganzheitlichen Informationssystem zu konsolidieren.

Ergebnisse

In der Kick-Off Veranstaltung wurden als Arbeitsgrundlage für weitere Schritte Visualisierungspunkte und -methoden mittels Rapid Prototyping vorbereitet und diskutiert (Abbildung 10). Hierbei wurden die beiden, in den bisherigen Betrachtungen individuell untersuchten, Use Cases zu einer integrierten Systemspezifikation zusammengeführt. Der aus den vorangegangenen Untersuchungen entstandene, umfassende Funktionsrahmen des VILOMA-Systems wurde auf redundante Funktionen wie Report-Bestände analysiert. Diese wurden als *eine* Funktion betrachtet und entsprechende Informationen zusammengeführt. Von dem ursprünglich definierten Funktionsumfang, mit 54 Systemfunktionen für den Use Case Engpassmanagement und 20 Systemfunktionen für den Use Case Behältermanagement, wurden seitens der Industriepartner schließlich 50 Funktionen detailliert definiert, von denen die Priorisierten in AP 3 prototypisch umgesetzt wurden.

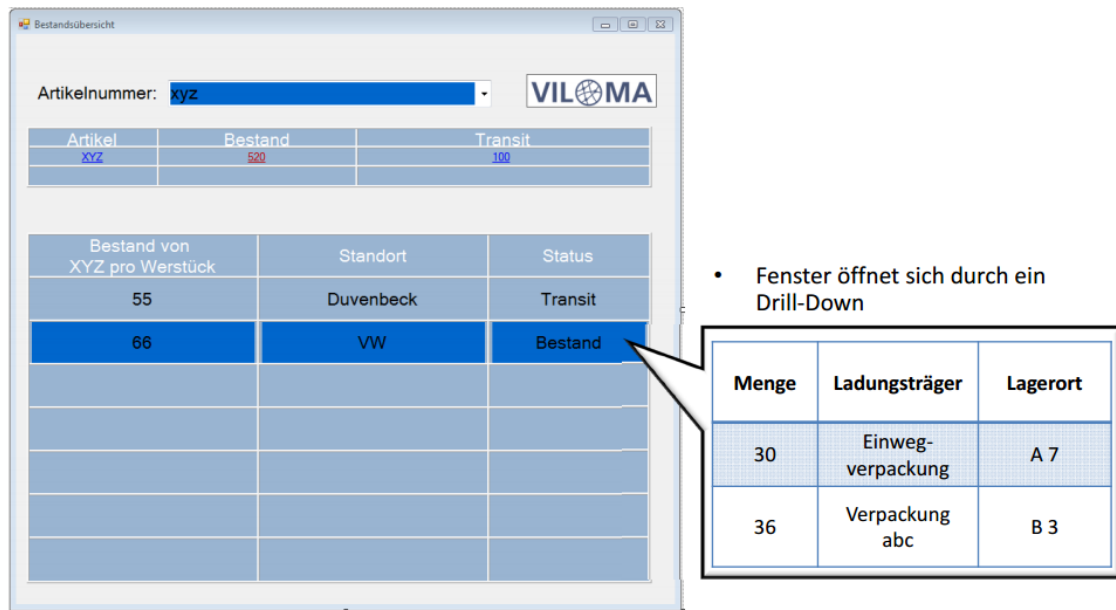


Abbildung 10: Rapid Prototyping der Visualisierungspunkte - Bestandsübersicht

Im Anschluss an das Kick-off Meeting wurden alle beteiligten Partner aus beiden Use Cases aufgefordert, zu den definierten Visualisierungspunkten die darzustellenden relevanten Informationen für Assistenzfunktionalitäten zu identifizieren und zu beschreiben. Die Angaben der Partner wurden anschließend zusammengeführt, um einen ersten transparenten Überblick der Systeminformationen zu liefern. Einhergehend mit den in AP 2.1 identifizierten Events und Datenstrukturen konnte eine geeignete Methodik der Informationsaufbereitung gefunden werden, aus welchem ein auf Events und Assistenzfunktionalitäten basierender Visualisierungsvorschlag resultierte.

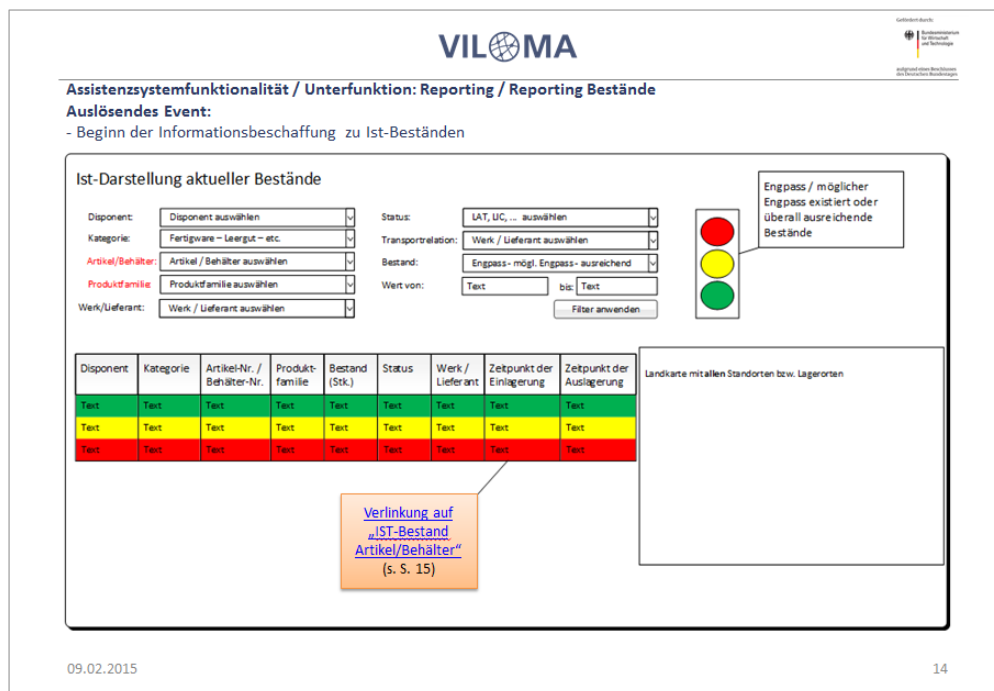


Abbildung 11: Visualisierungsvorschlag Funktionalität Reporting Bestände

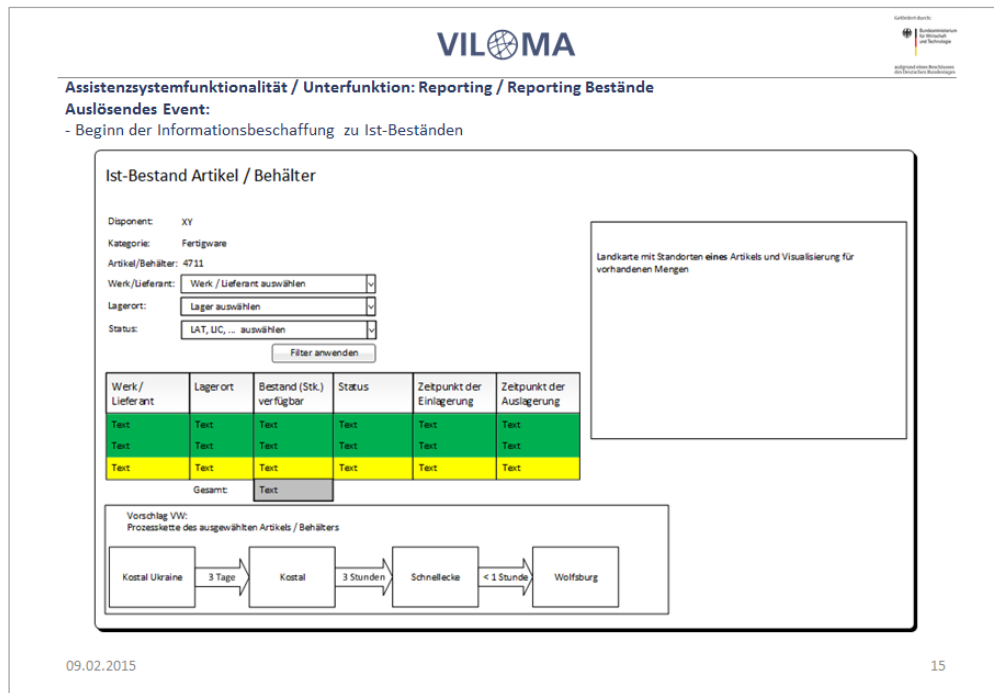


Abbildung 12: Visualisierungsvorschlag Funktionalität Reporting Bestände Detailansicht Ist-Bestand

Abbildung 11 und Abbildung 12 veranschaulichen beispielhaft die mit den Partnern erarbeitete Informationsverdichtung zu einer übersichtlichen und intuitiven Oberfläche. Zur Evaluation durch die Partner wurde der Visualisierungsvorschlag bereitgestellt. Die vorhandenen Rückmeldungen wurden geprüft und zu einem Gesamtdokument konsolidiert.

2.2.3 AP 2.3: Simulation und Prognose intralogistischer und transportlogistischer Ereignisse und Informationen

Zielsetzung

Um maximalen Nutzen aus einem visuellem Logistikmanagement zu ziehen, war es die Aufgabe des AP 2.3 Methoden und Konzepte für Simulation und Prognose zur Situationserkennung und Untersuchung intralogistischer und transportlogistischer Prozesse zu entwickeln. Das Ziel des Arbeitspakets war die Konzeptionierung gekoppelter Methoden zur Simulation und Prognose relevanter Auswirkungen von transportlogistischen und intralogistischen Ereignissen auf Supply Chain und Intralogistik, sodass ein integrierter Forecast des Logistiknetzwerks möglich wird und dem Logistikplaner visuell dargestellt werden kann. Es war das Ziel von AP 2.3, die methodischen Grundlagen für die Implementierung prototypischer Simulations- und Prognosebausteine in AP 3.2 zu entwickeln.

Methodik

Die eingesetzten Methoden waren:

1. Simulationsgerechte Modellierung transportlogistischer und intralogistischer Prozesse, aufbauend auf der Prozessanalyse aus AP 1.
2. Data-Science-Methoden, um die Prozessdynamik aus vorhandenen Daten der Industriepartner in den Use Cases Engpassmanagement und Behältermanagement zu ermitteln.

Für die simulationsgerechte Modellierung wurden die „Modellbaukästen“ OTD-NET und OTD-INSITE des IML genutzt. Dies war von erheblichem Vorteil, da die Strukturen von transportlogistischen und intralogistischen Prozessen weitgehend aus bereits vorhandenen fachlichen Bausteinen aufgebaut werden konnten.

Für die datengetriebene Analytik der bestehenden Prozesse zur Ermittlung dynamischer Kenngrößen wurde ein exemplarischer, partnerübergreifender Datenbestand über einen Zeitraum von mehreren Monaten aus den laufenden Prozessen entnommen und gesammelt. Mit dem Business-Intelligence-Werkzeug QlikView® wurden die Daten in gemeinsame analytische Datenmodelle zusammengeführt und in interaktiven, explorativen Dashboards der Analyse zugänglich gemacht. Ergänzend dazu wurden komplexere Analyse-Modelle in C# / .NET programmiert.

Ergebnisse

Das Ergebnis von AP 2.3 war eine ganze Reihe von Modellen: ereignisdiskrete Simulationsmodelle und datengetriebene analytische Prognosemodelle.

Die Simulationsmodelle in beiden Use Cases sollen die Disponenten dabei unterstützen, die zukünftige Entwicklung des Gesamtlogistiksystems zu antizipieren. In beiden Use Cases lag daher der Fokus der Betrachtungen auf der Versorgungssituation in den Ketten, d. h. der Ermittlung der Verfügbarkeiten der betrachteten Teile über alle Stufen der Supply Chain und der einfache Erfassung von Bedarfszeitpunkten. Vor diesem Hintergrund wurden verschiedenen Modelle auf Netzwerk- und Intralogistik-Ebene gemeinsam mit den Partnern konzipiert, ausgewählt und die Modellannahmen spezifiziert. Nachfolgende Tabelle 4 gibt einen Überblick über die konzipierten Modelle.

Tabelle 4: Überblick Modellalternativen

Use Case	Betrachtungsebene	Modell	Zweck
BHM	Supply Chain	Untersuchung Behälterverfügbarkeit sowie Ressourcenbedarf im Ramp-up (Zeithorizont 1 Jahr)	- Identifikation von Behälterengpässen - Identifikation der Mehraufwendungen und Zusatzkosten bei Verwendung von Ausweichverpackungen - Untersuchung der Auslastung der Transporte
BHM	Supply Chain	Untersuchung kurzfristige Behälterverfügbarkeit sowie Ressourcenbedarf (Zeithorizont 1 Jahr)	- Ermittlung Leergutnachfrage auf Tages-/Wochenbasis - Untersuchung zu Sonderfahrten und Frachtraumbedarfen
BHM	Intralogistik	Untersuchung Ressourcenauslastung bei schwankenden Lasten/Abrufmengen	- Bedarf nach Ressourcen und Flächen bei unterschiedlichen Lasten/ Abrufmengen
BHM	Intralogistik	Untersuchung Auftragsreihenfolgen	- Identifikation der Wirkungen verschiedener Auftragsreihenfolgen in der Behälteraufbereitung auf die Versorgung der Produktionskapazitäten

EPM	Supply Chain	Untersuchung kurzfristige Bedarfs-/ Bestandsentwicklung (aktueller Tag bis 1 Woche)	- Untersuchung Bestandsentwicklung (auf Tagesbasis) mit gemeldeten Bedarfen und Prüfung Einhaltung Sicherheitsbestände pro Mittelkonsole
EPM	Supply Chain	Untersuchung der Verfügbarkeit von Teilebedarfen bzw. Kapazitäten (langfristige Bestandsentwicklung 2 Wochen – 6 Monate)	- Untersuchung Bestandsentwicklung mit gemeldeten Bedarfen und Prüfung Einhaltung Sicherheitsbestände von Schaltermodulen (Schnellecke) und von Teilen für Schaltermodule (KOSTAL) - Überprüfung der Verfügbarkeit zur Deckung der Teilebedarfe bei KOSTAL - Ermittlung der Transportbedarfe zur Unterstützung der Transportplanung (Behälteranzahl)
EPM	Intralogistik	Untersuchung Ressourcenauslastung bei schwankenden Lasten/Abrufmengen	- Bedarf nach Ressourcen und Flächen bei unterschiedlichen Lasten/Abrufmengen

Im Folgenden werden einige dieser Simulationsmodelle exemplarisch vorgestellt [SJB15].

Ereignisdiskretes Simulationsmodell für die Lieferkette im Use Case Engpassmanagement

Für die Lieferkette der Schaltermodule für die Mittelkonsole des Golf 7 im Use Case Engpassmanagement wurde ein ereignisdiskretes Simulationsmodell aufgebaut. Es koppelt die transportlogistische Ebene (OTD-NET) mit der intralogistischen Ebene (OTD-INSITE). Letztere betrifft die Montageprozesse beim 1st-tier Lieferanten Schnellecke und Volkswagen. Abbildung 13 zeigt den konzeptionellen Aufbau des Modells.

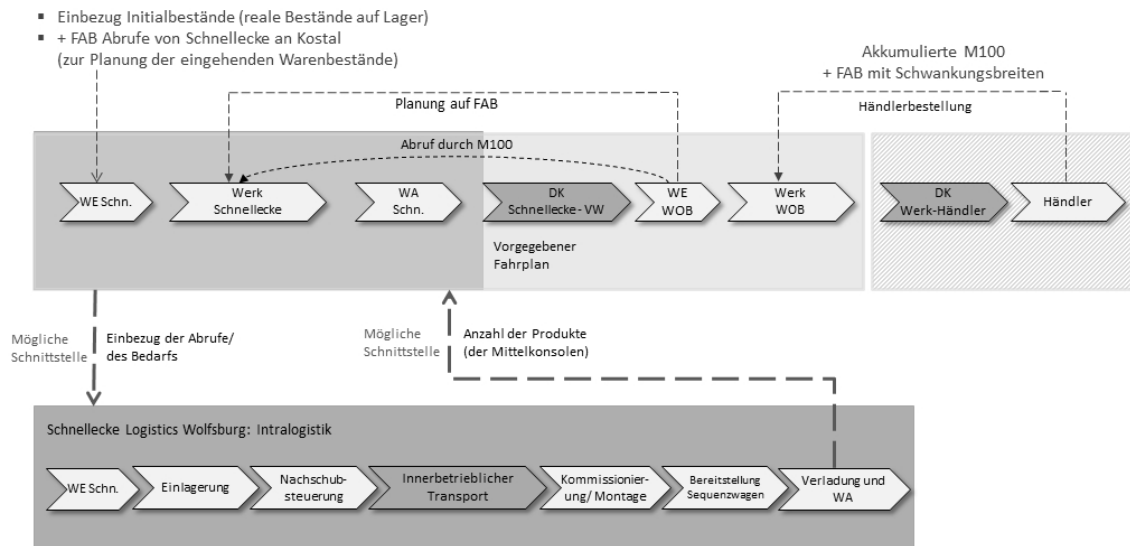


Abbildung 13: Aufbau des ereignisdiskreten Simulationsmodells der Lieferkette im Use Case Engpassmanagement.

Die aus den datenanalytischen Methoden resultierenden Erkenntnisse über die Dynamik der realen logistischen Prozesse wurden in Prognosemodelle überführt. Diese parametrieren das ereignisdiskrete Simulationsmodell und machen es so in einem operativen Dispositionskontext nutzbar.

Prognose dynamischer Einbauraten für Teilevarianten

In den OTD-NET Simulationsmodellen gibt es verschiedene Möglichkeiten zur Darstellung der Systemlasten. Neben dem Import konkreter Aufträge für den Golf A7 mit einer spezifischen Mittelkonsolenkonfiguration besteht die Möglichkeit, basierend auf historischen Daten eine Einbaurrate für verschiedene Eigenschaftenspezifikationen (Teilevarianten) zu definieren. Die Einbaurrate legt fest, mit welchem mengenmäßigen Anteil, bezogen auf die absolute Produktionsmenge, eine bestimmte Variante verbaut werden soll. Hierbei gibt es erhebliche Unterschiede zwischen den Varianten.

Da im Use Case Engpassmanagement die finale Teilevariante erst sehr kurzfristig vor der Produktion mit dem Sequenzabruf M100 kommuniziert wird, konnte das Modell nicht auf den realen Auftragsdaten konzipiert werden. Die Modellierung der Systemlast mittels Einbauraten birgt jedoch Unschärfen, da die Definition der Einbauraten auf Durchschnittswerten der Vergangenheit beruht. Aufgrund starker Schwankungen zwischen den täglichen Abnahmemengen könnte es hier zu erheblichen Abweichungen zwischen der Realität und dem Modell kommen. Um dies zu vermeiden, wurde ein Modell zur Prognose dynamisch veränderlicher Einbauraten konzipiert, welches der Simulation unter Berücksichtigung historischer und tagesaktueller Abrufdaten

„wahrscheinliche“ Auftragsdaten zur Verfügung stellt. Die Simulation passt sich somit „lernend“ den aktuellen Gegebenheiten der Supply Chain an. Die Datengrundlage für die Prognose dynamischer Einbauraten bilden die Feinabrufe des OEM. Herausfordernd ist dabei, dass diese täglich veränderliche Werte enthalten, d. h. es gibt nicht *die* Feinabrufmenge für einen bestimmten Produktionstag, sondern eine veränderliche Zeitreihe ab drei Wochen vor dem Produktionstag.

Das Prognosemodell für die dynamischen Einbauraten nimmt eine automatische Analyse dieser Zeitreihe vor. Es charakterisiert sie durch ein Modell abschnittsweise konstanter Ersatzwerte mit zufälligen Schwankungen (Abbildung 14). Die Angemessenheit dieses Modells wurde durch eine umfangreiche datenanalytische Studie sichergestellt. Hinter den Sprüngen des Ersatzwertes verbergen sich wahrscheinlich Umstellungen im Produktionsprogramm des OEM.

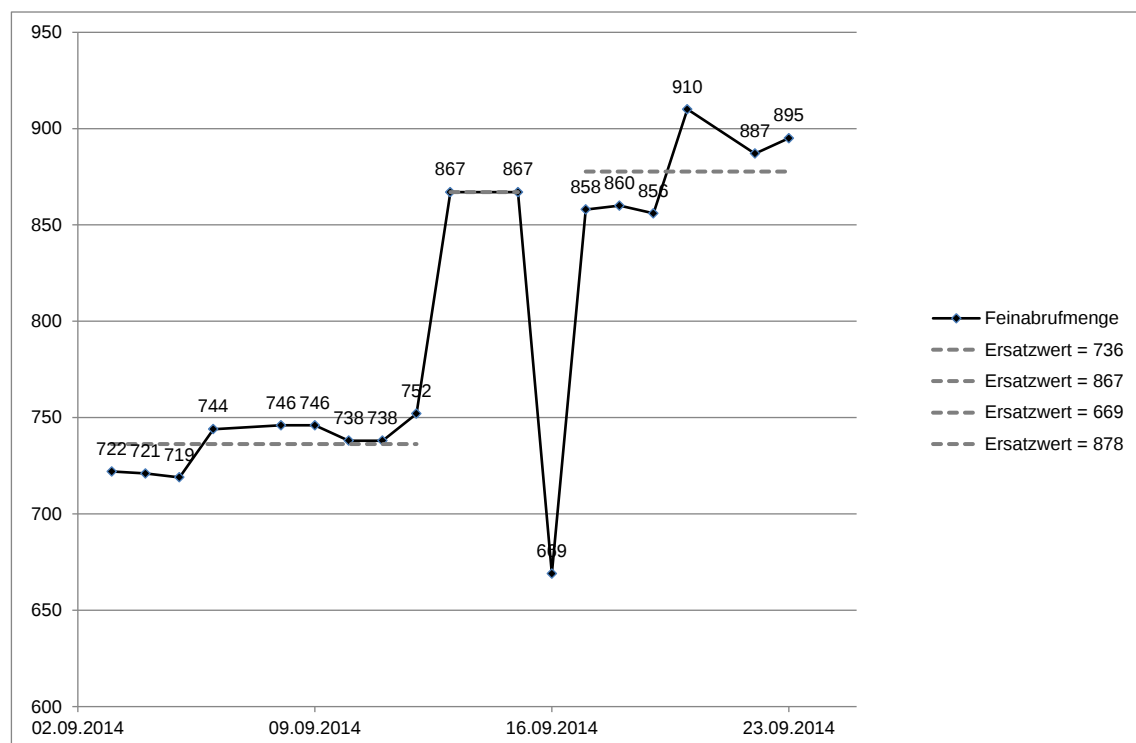


Abbildung 14: Schwankende Feinabrufe für ein Schaltermodul der Mittelkonsole mit abschnittsweise konstanten Ersatzwerten aus dem Prognosemodell (Produktionstag 23.09.2014).

Prognose für die zeitliche Lage von M100-Events

Die Just-in-Sequence-Belieferung zwischen 1st-Tier und OEM hat einen Vorlauf von wenigen Stunden. Der 1st-tier wird im sog. M100-Event über die Zusammensetzung der jeweiligen Mittelkonsole informiert und muss daraufhin den Montageprozess und die sequenzgerechte Lieferung durchführen. Das M100-Event wird ausgesendet, wenn der Produktionsprozess vom Karosserie-Rohbau in die fahrzeugindividuelle Montage übergeht.

Im Rahmen des im Use Case Engpassmanagement modellierten Prozesses ist die Kombination aus linkem und rechtem Schaltermodul der Mittelkonsole der relevante Inhalt des M100-Events. Es wäre dabei fern der Realität, zunächst alle M100-Events für die erste Teilevariante zu generieren, dann für die zweite Variante, usw. Vielmehr müssen die M100-Events der verschiedenen Varianten in einer realitätsgerechten Weise durchmischt werden. Hierzu wurde ein Prognose-

modell entwickelt, das die zeitliche Lage von M100-Events, bezogen auf jede Variante vorher-sagt. Die Analyse im AP 2.3 hat ergeben, dass eine Modellierung als Poisson-Prozess die Realität hinreichend gut abbildet. Dabei wird der Parameter des Prozesses aus der prognostizierten Ge-samtmenge der jeweiligen Teilevariante (s. o.) als mittlere Ankunftszeit berechnet. Ab-bildung 15 zeigt die gute Übereinstimmung von den erhobenen Daten und der Prognose mittels des Poisson-Prozesses.

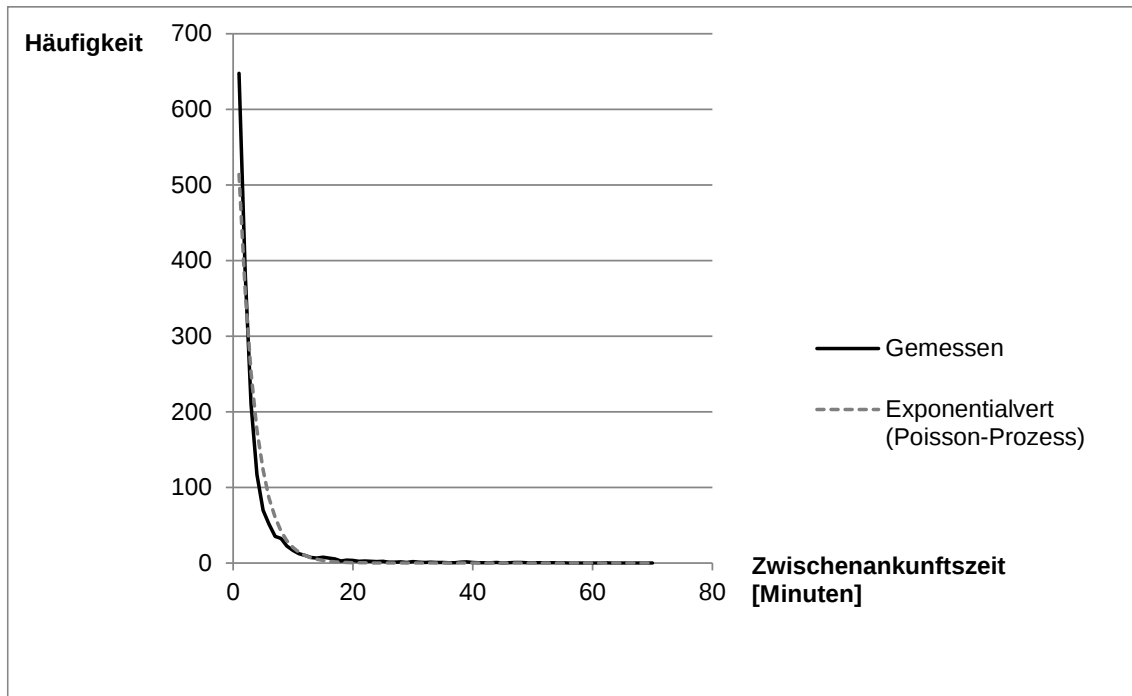


Abbildung 15: Modellierung der M100-Abrufe für eine Teilevariante als Poisson-Prozess. Die Verteilung der Zwischenankunftszeiten passt sehr gut zur Exponentialverteilung.

Zusammenfassung

In AP 2.3 wurden die Methoden für Simulation und Prognose im Kontext der untersuchten Use Cases des Projekts VILOMA entwickelt. Die Ziele von VILOMA können ohne in die Zukunft gerichtete Berechnungen nicht verwirklicht werden. Sie steuern das Lagebild, das den Entscheidern visuell aufbereitet dargestellt wird. Darin liegt die Notwendigkeit begründet, zukünftige Zustände der Lieferketten auf verschiedenen Ebenen zu simulieren. Der Einsatz von Simulationsmodellen in einem kurzfristig-dispositiven Kontext macht jedoch eine automatische Kalibrierung anhand von laufend aktualisierten Prozessdaten notwendig. Dazu wurden im AP 2.3 neben den ereignisdiskreten Simulationsmodellen geeignete Prognosemodelle auf Basis von datenanalytischen Verfahren (Data Science) entwickelt. Die Implementierung, Zusammenführung und Integration dieser Modelle in den Softwareprototyp des VILOMA-Projektes fand nachfolgend im AP 3.2 statt.

2.2.4 AP 2.4: Logistische Visualisierungsmethoden auf verschiedenen Planungsebenen und organisationsübergreifend

Zielsetzung

Ziel des AP 2.4 war es, Methoden und Konzepte für die Visualisierung der entscheidenden Informationen und Prognosen zu erarbeiten und diese mit den anderen Methoden aus AP 2 zu integrieren, anhand dessen später in AP 3 die Technologieentwicklung und -integration erfolgen kann.

Aufbauend auf den in AP 2.1 bis AP 2.3 entwickelten Methoden werden nutzer- und kontextspezifische Visualisierungsmethoden für logistische Informationen entwickelt. Dabei werden die relevanten Daten und Ereignisse verdichtet und aggregiert, sowie mit Hilfe von Simulation weiterverarbeitet. Für die Logistikentscheider der Knoten und Kanten des Logistiknetzwerks sollen die Informationen zielgerecht, kontextspezifisch (Schwachpunkte, Engpässe, kritische Stellen) und kompakt sowie bedarfsgerecht (u. a. auf mobilen Endgeräten und als Webservices) in der richtigen Darstellungsform visualisiert werden. Standardisierte, allen bekannte und akzeptierte Logistik-Icons stellen dabei eine Möglichkeit dar und sollen zur Entwicklung eines visuellen Standards für die Logistik im Bereich Engpass- und Behältermanagement beitragen. Des Weiteren soll abgeleitet werden, wie und an welchen Stellen der Visualisierung des Netzwerkzustands „Drill Through“-Funktionalität ermöglicht werden muss.

Methodik

Den Ausgangspunkt für die Entwicklung intuitiver und innovativer Visualisierungen zum Management von logistischen Lieferketten in AP 2.4 und 2.5 bildeten Kreativworkshops, in denen die Konsortialpartner erste Ideen sammelten. Anschließend wurden auf Basis der Scrum-Methodik³ Visualisierungskonzepte agil entwickelt (s. Abbildung 16) und die Anforderungen an den Softwareprototypen aufgestellt. Beide Arbeitspakete wurden parallel mit der gleichen Methodik, aber unterschiedlichen Schwerpunkten bearbeitet.

³ Die in vielen Arbeitspaketen verwendete Scrum-Methodik wird in Abschnitt 2.5.1 detailliert beschrieben.

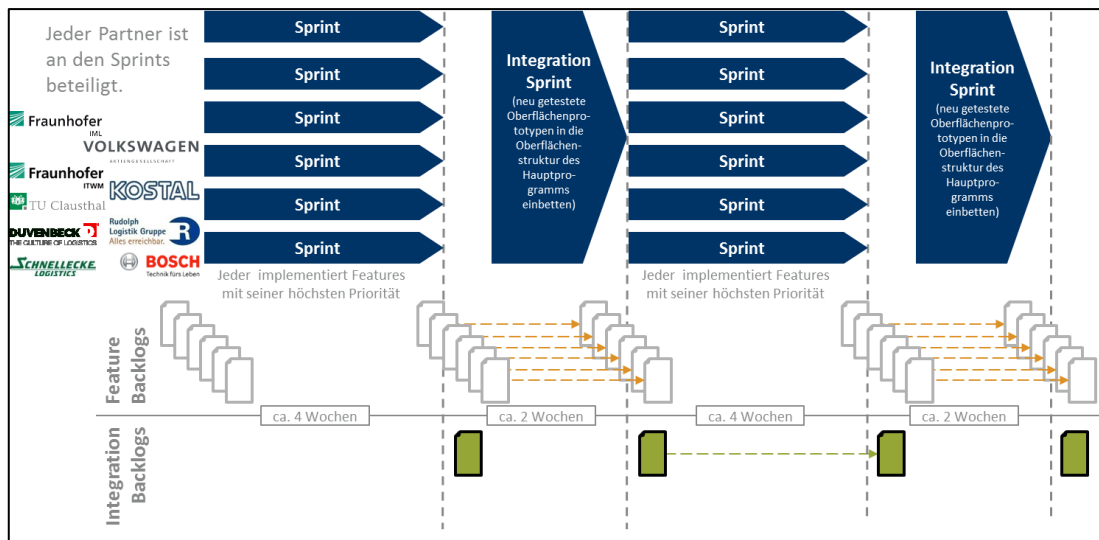


Abbildung 16: Agile Vorgehensweise in AP 2.4 und 2.5

Die Entwicklung der Methoden erfolgte nach einer agilen Vorgehensweise, bei dem ein iterativer Prozess durchlaufen wurde: Zunächst einigte sich das Konsortium auf eine Anzahl an Funktionen, die visualisiert werden sollten. Anschließend wurden diese Funktionen für vier Wochen fixiert und die Visualisierung durch die Konsortialpartner entwickelt. Jeder Konsortialpartner war hierbei für eine Funktion verantwortlich. Nach der vierwöchigen Entwicklungsphase wurden alle Funktionen in einen Demonstrator integriert. Anschließend bewertete jeder Konsortialpartner die Funktionen anhand eines System Usability Scale⁴, der eine objektive Bewertung und den Vergleich der einzelnen Funktionen ermöglicht. Anhand dieser Bewertung wurden Visualisierungen priorisiert und weiterverfolgt.

Die projektbeteiligten Fraunhofer-Institute IML und ITWM arbeiteten an einer Reihe von Visualisierungen mit.

⁴ Mithilfe des System Usability Scale kann die Benutzerfreundlichkeit eines IT-Systems gemessen werden. Die Anwender beantworten zehn verschiedene Fragen anhand einer Likert-Skala, die anschließend zu einem Zahlenwert aggregiert werden. Liegt dieser Wert oberhalb eines Schwellwertes kann von einer guten bis sehr guten Benutzbarkeit ausgegangen werden [BRO96].

Ergebnisse

Die folgenden Monitore dienen zur Überwachung und Analyse von Lieferketten und unterstützen die Arbeitsprozesse der beteiligten Logistiker:

- **Reichweitenmonitor (Überwachen)**
Verschafft dem Disponenten einen schnellen Überblick über die aktuellen Reichweiten des jeweils verantworteten Material- bzw. Behälternummernportfolios.
- **Auftragsmonitor (Überwachen)**
Unterstützt den Disponenten bei der Überwachung aller aktiven Leergutaufträge um die Bestellungen der Lieferanten zu erfüllen.
- **Dashboard (Überwachen)**
Fasst die wichtigsten Kennzahlen für mobile Endgeräte zusammen.
- **Lieferkettenmonitor (Analysieren)**
Gibt Aufschluss über die Entwicklung der Reichweite/ des absoluten Bestands einer bzw. mehrerer Teile- bzw. Behälternummern über eine ausgewählte Lieferkette.
- **Standortmonitor (Analysieren)**
Gibt Aufschluss über die Entwicklung des Bestands und der Reichweite einer Materialnummer oder eines Behältertyps einer oder mehrerer bestandsführenden Stufen eines Unternehmensstandortes der ausgewählten Supply Chain.
- **Transportmonitor (Analysieren)**
Gibt Auskunft über den aktuellen Standort/Aufenthaltort einer Sendung in einer definierten Supply Chain sowie deren voraussichtliche Ankunftszeit.

Für die einzelnen Monitore entwickelte das Konsortium verschiedene Entwürfe und Ansätze. In der Anforderungsdokumentation, die das Konsortium als Grundlage für die Programmierung nutzte, sind alle Konzepte ausführlich definiert.

2.2.5 AP 2.5: Entwicklung von Methoden zum Visual Decision Support

Zielsetzung

Gesamtziel von AP 2.5 war es, die Visualisierungsmethoden von AP 2.4 zu einem Visual Decision Support Konzept zu entwickeln. Dazu galt es, die übersichtliche Darstellung relevanter Informationen des operativen Netzwerkzustands umzusetzen und dessen zukünftige Entwicklung aus AP 2.1 - AP 2.4 um interaktive Assistenzfunktionalitäten zu ergänzen. Der Logistikentscheider ist so in der Lage, schnell und intuitiv den möglichen Handlungsspielraum sowie die Auswirkungen seiner Entscheidungen auf Basis individueller Kennzahlen zu ermitteln.

Methodik

Die Methodik des AP 2.5 ist deckungsgleich mit der des AP 2.4. Beide Arbeitspakete wurden parallel durchgeführt. Im AP 2.5 lag der Schwerpunkt auf Assistenzfunktionalitäten, die den Anwender das Entscheiden und das Einleiten von Maßnahmen ermöglichen.

Bei der Erarbeitung der Assistenten kooperierten die Konsortialpartner, das IML brachte seine Expertise in der Gestaltung von Logistischen Assistenzsystemen (LAS) ein, so dass eine zielgerichtete Ausgestaltung im Hinblick auf die Prototypenentwicklung unterstützt wurde.

Ergebnisse

Im AP 2.5 wurden die folgenden Assistenten konzeptionell entwickelt, die den Anwendern bei Entscheidungen und der Maßnahmeneinleitung helfen.

- **Transportassistent**
Ermöglicht das Splitten und Beschleunigen aktueller/geplanter Lieferungen, sowie das Initiieren eines neuen Sondertransportes.
- **Zuteilungsassistent**
Ermöglicht das Zuteilen von Mengen auf mehrere Kunden, wenn die Versorgung aller Kunden in Engpassfällen nicht möglich ist.

Die im AP 2.4 und 2.5 entwickelten Visualisierungen basierend auf den Arbeitsprozessen der operativen Logistiker wurden in einer Anforderungsdokumentation schriftlich festgehalten. Sie definiert die verschiedenen Rollen, Arbeitsprozesse, das Funktionskonzept und enthält detaillierte Beschreibungen zu einzelnen Visualisierungsformen. Die Darstellungen wurden samt Einstellungsoptionen und benötigter Datenelemente erläutert, sodass die Anforderungsdokumentation als Grundlage für die in AP 3 durchgeführte Prototypenentwicklung diente.

2.3 AP 3: Technologieentwicklung und -integration (IT)

2.3.1 AP 3.1: Informationsmodell

Zielsetzung

Das Ziel von AP 3.1 war es die Anforderungen aus den Vorgängerarbeitspaketen in ein praktisch umsetzbares Datenmodell zu überführen.

Methodik

Basis für die Erarbeitung des VILOMA-Datenmodells ist das in Arbeitspaket 2 entstandene Informationsmodell, welches eine objektorientierte Darstellung der Informationen der Supply Chain und ihrer Beziehungen bietet. Dieses galt es für die klassische tabellenbasierte Aufbereitung einer Datenbank in eine tabellarische Form unter Berücksichtigung aller benötigten Stamm- und Bewegungsdaten zu transferieren. Die Fraunhofer Institute beteiligten sich an der Konzeption eines entsprechenden Modells im Rahmen von Entwicklerworkshops.

Ergebnisse

Die wesentliche Arbeit der Fraunhofer-Institute im AP 3.1 bestand darin das entwickelte Informationsmodell hinsichtlich der geplanten Visualisierungen in den diversen Monitoren des Logistischen Assistenzsystems zu überprüfen. Seitens des IML wurden zu den geplanten Monitoren die Datenbedarfe aus dem Anforderungsdokument (Ergebnis des AP 2.4 und AP 2.5) abgeleitet und unter Berücksichtigung der Anforderungen der Analyse- und Bewertungsmodelle ergänzt. Auf dieser Basis erfolgt die Finalisierung des Informationsmodells, welches als Grundlage des VILOMA-Datenmodells dient. Die wesentliche Herausforderung in der Erarbeitung des Datenmodells lag darin, dass das Informationsmodell eine objektorientierte Sicht der Datenstruktur mit Klassendefinitionen und Vererbungsbeziehungen darstellt. Diese Struktur kann nicht ohne weiteres auf eine relationale Sicht abgebildet werden. Als Ansatz wurde hier festgelegt, jede konkrete Klasse als eine Tabelle abzubilden und die Attribute als Felder der Tabelle. Die Beziehungen zwischen den Objekten wurden als Fremdschlüsselbeziehungen zwischen den Tabellen definiert. Die Fraunhofer-Institute unterstützten hier die prisma bei der Erarbeitung eines geeigneten Datenmodells.

Der Spezifikation der Datenbedarfe folgte die Identifikation der Datenquellen und Festlegung der Datenübertragung. Im Rahmen eines Workshops wurden zwei Szenarien entwickelt, die eine mögliche Einbindung des Datenbanksystems in die VILOMA-Landschaft behandeln.

1. Streng selektive Datenübertragung, d. h. eine Vorfilterung der Informationen innerhalb eines Datensatzes erfolgt vor der Übertragung an das VILOMA-System. Dies ermöglicht eine direkte Kontrolle und Selektion der versendeten Daten, bedeutet aber auch einen höheren Aufwand auf Partnerseite und einen Eingriff in die bestehende IT-Landschaft.
2. Nicht selektive Datenübertragung, d. h. die heutige Kommunikation zwischen den Systemen der VILOMA-Partner (z. B. Lieferabrufe) zugrunde gelegt, dass die Daten vollständig in Richtung des VILOMA-Systems gespiegelt werden.

Das Übertragungskonzept wurde dabei auf eine Mischform der zuvor genannten Optionen festgelegt:

- Selektive Übertragung von Datensätzen → Filterung relevanter Teile und Partner für das VILOMA-System
- Aber nicht selektive Übertragung innerhalb des Datensatzes

In diesem Rahmen wurde auch von den Technologiepartnern ein vorläufig finaler Entwurf der Informationsflüsse zwischen den beteiligten Systemen ausgearbeitet (vgl. Abb. 15).

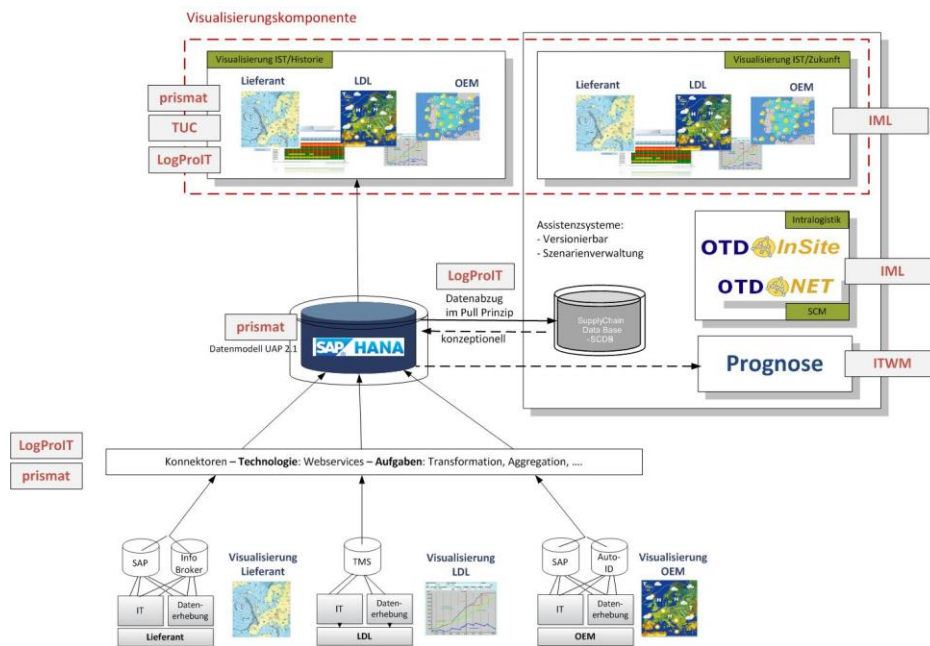


Abbildung 17: Technische Vision für die VILOMA-Systemlandschaft (Stand November 2014)

2.3.2 AP 3.2: Prototypische Simulationsbausteine und Prognosebausteine

Zielsetzung

Das Ziel der Fraunhofer-Institute im AP 3.2 lag auf der technischen Umsetzung von Simulations- und Prognosebausteine sowie der Konzeption und Implementierung von Schnittstellen zum Datenaustausch zwischen den Bausteinen.

Methodik

Aufbauend auf den in AP 2.3 entwickelten Konzepten wurden die Simulations- und Prognosemodelle implementiert. Zur Umsetzung der Simulationsmodelle wurden die am Fraunhofer IML entwickelten Werkzeuge OTD-NET und OTD-INSITE genutzt und weiterentwickelt. OTD-NET (Order-to-delivery network simulation) ist ein Expertentool zur ereignisdiskreten Simulation von Supply-Chain-Prozessen, welches speziell für die Anforderungen der Automobilindustrie konzeptioniert und entwickelt wurde. Bei OTD-INSITE handelt es sich ebenso um ein Expertentool zur Simulation, das aber auf die Anforderungen der Intralogistik- und der damit verbundenen Materialflussprozesse ausgelegt wurde. Die Prognosemodelle wurden durch das Fraunhofer ITWM Use-Case-spezifisch definiert und ein individuell konfektioniertes Modell implementiert. Aufgrund der Individualität der Betrachtung konnte hier keine kommerzielle Software zur Lösung der Fragestellungen genutzt werden.

Die Validierung der Modelle durch die Use-Case-Partner sowie die Einbindung der Werkzeuge und Modelle in das geplante VILOMA Assistenzsystem erfolgte in AP 3.2. Eine besondere Herausforderung des Arbeitspakets lag in der Kopplung der Modelle, um die in VILOMA angestrebte Drill-Through-Funktionalität des Prototyps zu erreichen, d. h. die toolgestützte, schrittweise Auseinandersetzung mit der Problemstellung bzw. Vertiefung der Datenanalyse durch die Nutzer.

Ergebnisse

Zur Beantwortung der unterschiedlichen Untersuchungsfragen in VILOMA werden verschiedene Werkzeuge genutzt. Um eine verbesserte Unterstützung der Planenden zu ermöglichen, war es ein wesentliches Ziel in VILOMA – fragestellungsspezifisch - durchgängige Betrachtungen zu den Problemstellungen zu ermöglichen. Ein gleichartiger Ansatz findet sich in Business-Intelligence-Systemen in einer Drill-Through- bzw. Drill-Down-Funktionalität. Sie bietet den Nutzern die Möglichkeit, von einem bestimmten Aggregationsniveau auf die jeweils nächsttieferen und detaillierteren Verdichtungsstufen der Daten zu gelangen, und wird damit genutzt, um Analysen schrittweise zu verfeinern. Die inverse Funktionalität bezeichnet die Verdichtung von Kennzahlen von der untersten Hierarchieebene schrittweise bis hin zur obersten Ebene und wird als Roll-Up bezeichnet.

Ist der Begriff Drill-Through bzw. Drill-Down in Business Intelligence Systemen rein auf den Detaillierungsgrad der Daten bezogen, wird er im Kontext von VILOMA weiter gefasst und steht für Funktionalitäten die eine interaktive Durchdringung logistischer Fragestellungen ermöglichen. In VILOMA soll dies durch drei Entwicklungen unterstützt werden:

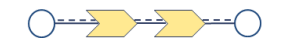
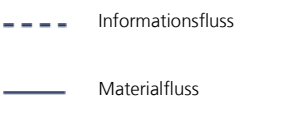
1. Kopplung der Supply Chain- und Intralogistik-Ebene, d. h. zwischen den Betrachtungsebenen soll ein einfacher Wechsel ermöglicht werden
2. Kopplung von Simulation und Prognose, d. h. Angebot von Möglichkeiten zur Verfeinerung der Analyse
3. Sowie Visual Decision Support, d. h. in Abhängigkeit der Problemstellung werden dem Nutzer geeignete weiterführende Auswertungsalternativen angeboten, wodurch er strukturiert in seiner Analyse geleitet wird.

Während die dritte Entwicklung bereits in AP 2.5 betrachtet wurde und über detaillierte Anforderungen an die Oberflächenentwicklung Berücksichtigung findet, stand hier die Kopplung der verschiedenen Untersuchungsmodelle im Fokus.

Im Behältermanagement soll der Drill-Through über verschiedene Betrachtungsebenen der Logistik untersucht werden, d. h. der resultierende Mehrwert für die Planer aus der Kopplung der Simulationsmodelle Supply Chain und Intralogistik. Am Knotenpunkt Bosch wurde die Modellkopplung vorgesehen. Das Simulationsmodell (OTD-NET) auf Netzwerkebene ermöglicht einen schnellen Überblick über die aktuelle und zukünftige Versorgungssituation der Lieferkette mit Leerbehältern. Das Intralogistik-Modell (OTD-INSITE) ermöglicht die Untersuchung der Prozessabläufe von Wareneingang bis Bereitstellung und Übergabe der Leerbehälter an die Bosch Produktion. Die Kopplung beider Modelle von Material- und Informationsfluss ist möglich, um schnelle Aussagen hinsichtlich der Wirkung von z. B. Mehr-/Mindermengen der Lieferung sowie Ankunftszeiten der LKW auf die Prozessabläufe in der Intralogistik treffen zu können. Ebenso können Erkenntnisse zu den Prozessabläufen der Intralogistik an die Netzwerkebene übermittelt werden wie Verzögerungen in der Aufbereitung resultieren in geringeren Behälterverfügbarkeiten der Produktion und einem erhöhten Anteil an Einwegverpackungen im Vollgutkreislauf. Zu Kopplung der Simulationsmodelle wurden drei Stufen der Modellintegration entwickelt, die in Tabelle 5 dargestellt und kurz beschrieben wurden.

Im Rahmen der Erstellung des VILOMA Assistenzsystems wurde die Modellkopplung von Supply-Chain- und Intralogistikmodell auf Basis der zweiten Integrationsstufe vorgenommen.

Tabelle 5: Geplante Entwicklungsstufen der Modellintegration Simulation

Ebene	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Supply Chain			
Intralogistik			
			
Beschreibung	Supply-Chain und Intralogistik-Modell bleiben unabhängig. Beide ziehen sich ihre entsprechenden Eingangsdaten aus der Datenbasis und laufen parallel ab. Beide Modelle verfügen über einen voneinander unabhängigen Materialfluss.	Entlang des Materialflusses erfolgt eine Koppelung der Modelle. Der Material- und Informationsfluss der Supply-Chain-Ebene wird an das Intralogistik-Modell übergeben, z. B. ankommende Liefermenge der Transporte.	Zwischen den Ebenen wird eine vollständige Datenintegration erreicht, d. h. Informationsobjekte werden von der Supply-Chain-Ebene zur Intralogistik-Ebene kommuniziert und umgekehrt.

Im Engpassmanagement wurde auf eine Kopplung der Simulations- und Prognosemodelle fokussiert. Zwei Möglichkeiten zur Kopplung der Modelle wurden konzipiert: eine zur Simulation vorgelagerte und nachgelagerte Prognose. Eine der Simulation vorgelagerte Prognose kann zur Generierung von Systemlasten für die Untersuchung von Szenarien genutzt werden. Auf Basis historischer Daten z. B. Liefer-, Feinabrufe des betrachteten Systems können gemäß Nutzerspezifikation verschiedene alternative Abrufszszenarien generiert und simuliert werden. Die auf Grundlage des Prognosemodells als wahrscheinlicher eingestuft werden, als der reale Abruf. Neben der Untersuchung von Realdaten kann so über die Untersuchung von Worst-, Best- und Average-Case-Szenarien die Sensitivität des Netzwerkes analysiert werden. Eine der Simulation nachgelagerte Prognose ermöglicht demgegenüber die Simulationsergebnisse um prognostizierte Wahrscheinlichkeiten anzureichern wie Benennung eines Zeitintervalls für den Eintritt eines geschätzten Engpasses.

Im Rahmen der Erstellung des VILOMA Assistenzsystems wurden auf Basis der vorgelagerten Prognose die Kopplung von Supply-Chain-Simulations- und Prognosemodell vorgenommen. Ausgehend von einem Systemlastszenario können alternative Systemlastszenarien prognostiziert werden, z. B. ein Worst-Case Szenario zum Abrufverhalten in der Kette erstellt werden, und anschließend mittels Simulation die Wirkungen auf die Kette analysiert werden.

In VILOMA wurden vom IML die Simulationsbausteine und vom ITWM die Prognosebausteine für die im AP 2.3 vorgestellten Szenarien implementiert. Grundlage dafür war das Architekturkonzept des VILOMA-Systems (Abbildung 18), welches das Zusammenspiel zwischen Simulation (OTD-NET, OTD-INSITE) und den Prognosebausteinen sowie die Datenflüsse und -inhalte klärt. Das IML hat die Simulationskomponenten OTD-NET und OTD-INSITE in den Prozessablauf des

VILOMA-Systeme eingebunden. Der Aufruf der Simulationsmodelle erfolgt über die im Logistischen Assistenzsystem (LAS) realisierte Benutzeroberfläche. Dort werden auch die Berechnungsergebnisse in den spezifizierten Oberflächen visualisiert. Die Tests fanden auf Basis der in AP 2.3 gesammelten Realdaten aus den logistischen Ketten der Use Cases Engpassmanagement (EPM) und Behältermanagement (BHM) statt.

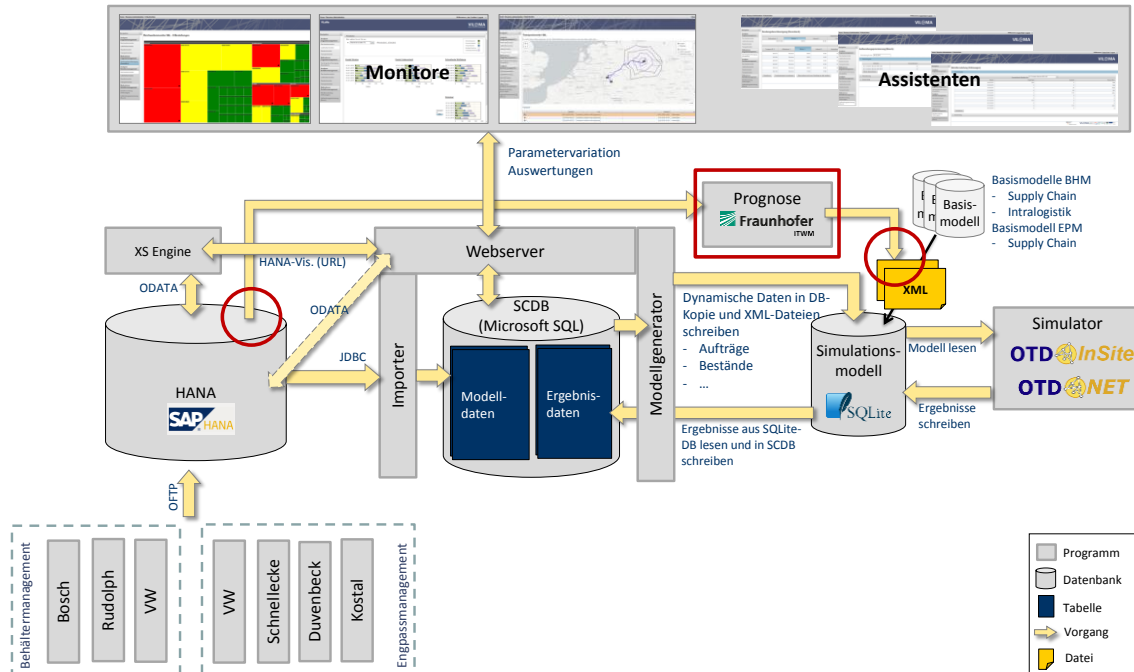


Abbildung 18: Einbettung des Prognosemoduls in die Architektur des VILOMA-Systems

Die Prognosebausteine wurden in C# auf der .NET-Plattform implementiert. Im Projektteam – insbesondere den Forschungs- und Technologiepartnern – wurde die Idee generiert, das Prognosemodul direkt an die SAP-HANA-Datenbank anzubinden, um Vorberechnungen, die das Modul benötigt, von der HANA durchführen zu lassen. Dies hat den Vorteil, dass die M100-Daten (Massendaten) nicht von der HANA an das Prognosemodul übertragen werden müssen. Da die HANA die geforderte Statistik der M100-Abrufe extrem schnell berechnet, wird die Laufzeit der Prognose auf ein Minimum reduziert. Die Idee war insofern vielversprechend, als die HANA mit ihrer Spalten-orientierten Datenspeichertechnik für analytische Anfragen ausgelegt ist (Aggregationen über wenige Spalten, aber sehr viele Datensätze). Das Potenzial, das die HANA im Kontext von Prognoseberechnungen bietet, konnte in einem Beispielfall aus dem Use Case Engpassmanagement besonders gut demonstriert werden.

Beispiel: Das Prognosemodul generiert eine Liste synthetischer Produktionsaufträge für den Golf 7 aus den Feinabrufen und M100-Abrufen der Kette. Die Feinabrufe beschreiben den Teilebedarf (Schalter) für die nähere Zukunft, die M100-Abrufe zeigen dagegen auf, welche Teilekombinationen in den Mittelkonsolen bisher verbaut worden sind. So kann mittels des Prognosemoduls aufbauend auf den Schalterbedarfen ein realistisches AbrufszENARIO für Mittelkonsolen für den Zeitraum der nächsten zwei bis drei Wochen erzeugt werden. Die Berechnungsergebnisse des Prognosemoduls werden den Simulationsbausteinen als Auftragsdatei mittels XML-Schnittstelle übergeben. Hierzu wurde das in OTD-NET schon definierte Format für Bestellungen / Produktionsaufträge vom ITWM übernommen. Über mehrere Testzyklen konnte dann die Datendurchgängigkeit vom Prognosemodul hinein in OTD-NET hergestellt werden.

Der beschriebene Beispielfall wurde vollständig implementiert und kann im Prototyp des VILOMA-Systems demonstriert werden. Dabei besteht für den Nutzer die Möglichkeit, unter Szenarien (average case, worst case) zu wählen, und damit zu steuern, wie die volatilen Feinabrufe vom Prognosemodul ausgewertet werden.

2.3.3 AP 3.3: Prototypische Visualisierungsbausteine und Assistenzbausteine

Zielsetzung

Das Ziel des AP 3.3 war die technische Umsetzung und Inbetriebnahme der Visualisierungs- und Assistenzbausteine auf Basis der im Projekt gegebenen Anwendungsfälle. Die Visualisierungsbausteine dienen zur Darstellung von aktuellen und zukünftigen Daten aus intra- und transportlogistischen Betrachtungen. Die aktuellen Daten werden aus dem Informationsmodell gewonnen, die Zukunftsdaten aus den Simulations- und Prognosemodellen. Mittels der Assistenzbausteine sollten bedarfsgerecht Handlungsempfehlungen definiert und resultierende Auswirkungen mittels Szenariotechnik aufgezeigt werden.

Diese Arbeiten beinhalteten neben der Erstellung des Software-Prototyps ebenfalls die Implementierung von Schnittstellen zum Datenaustausch mit den Simulations- und Prognosebausteinen sowie dem Informationsmodell.

Methodik

Durch das Fraunhofer IML wurde der Software-Prototyp (Logistisches Assistenzsystem) für die beiden Anwendungsfälle aufbauend auf den Vorarbeiten aus dem AP 2 Methodenentwicklung konzeptionell beschrieben, umgesetzt und validiert. Der Funktionsumfang für die prototypische Umsetzung des zu entwickelnden Assistenzsystems wurde unter Berücksichtigung der Entwicklungen im AP 3.1 – insbesondere Schnittstellenproblematik und Datenverfügbarkeit - im Projektkonsortium abgestimmt. Die Entwicklung erfolgte gemäß dem in AP 4.1 entwickelten Konzept zum Prototypenaufbau, der Scrum-Methodik. Dieses Vorgehen ermöglichte einen hohen Grad an Flexibilität in der Entwicklung, indem nach jedem Sprint eine Neupriorisierung der definierten Teilaufgaben der Entwicklung vorgenommen werden konnte. In der Entwicklungsphase stand das IML in engem Austausch mit KOSTAL (Product Owner) sowie prisamt / LogProIT zwecks Datenbereitstellung.

Ergebnisse

In den konzeptionellen Arbeitspaketen wurden eine Vielzahl verschiedener Konzepte entwickelt, die teils anwendungsfallspezifisch und teils anwendungsfallübergreifend relevant sind. Zu Beginn der Arbeiten des AP 3.3 war es daher für die Fraunhofer Institute immanent wichtig eine Auswahl zur Konzentration der Entwicklungsarbeiten vorzunehmen. Für die Anwendungsfälle wurden daher konkrete User Stories entwickelt, auf deren Basis die prototypische Umsetzung des logistischen Assistenzsystems dann erfolgt. Im Besonderen fand hier Berücksichtigung, dass die User Stories Aspekte der kollaborativen Zusammenarbeit zwischen den Akteuren beinhalten, neuartige Visualisierungen, Simulation und/oder Prognose adressieren. Die User Stories finden sich im Gemeinschaftlichen Abschlussbericht.

In der Konzeptionsphase wurde ein dreistufiger Aufbau für das LAS gewählt, bestehend aus den Ebenen Überwachen, Analyse und Entscheiden. Abbildung 19 zeigt die verschiedenen konzipierten Monitore der Ebenen sowie den Status Ihrer Umsetzung.

Überwachen	Reichweitenmonitor	●
	Dashboard	✗
Analyse	Lieferkettenmonitor	●
	Standortmonitor	✗
Entscheiden	Transportmonitor	●
	Geografiemonitor	✗
	Zuteilungsassistent	●
	Bestandsassistent	✗
	Transportassistent	●
	Aufbereitungsassistent	●

Abbildung 19: Übersicht der LAS-Ebenen und der zugehörigen Monitore / Assistenten

Nachfolgend findet sich ein kurzer Überblick der implementierten Monitore. Die Monitore Dashboard sowie Standortmonitor wurden im Rahmen der Implementierung nicht weiterverfolgt, vielmehr fand eine Fokussierung der Arbeiten auf diejenigen Monitore statt, die ein kollaboratives Arbeiten über verschiedene Supply Chain Partner unterstützen. Der Geografiemonitor ist in dem Transportmonitor aufgegangen.

Reichweitenmonitor:

Der Reichweitenmonitor gibt mittels Treemap einen partnerindividuellen Überblick über die aktuelle Situation in der Teileversorgung (siehe AP 2.4). Dabei wird durch die Größe der Kachel die Reichweite des betreffenden Teils und durch die Farbgebung die Kritizität angezeigt. Entsprechend der unterschiedlichen Bedarfe und Wiederbeschaffungszeiten der Partner war hier eine nutzerspezifische Konfiguration notwendig. Zudem haben die Anwender im Reichweitenmonitor die Möglichkeit verschiedener Filterfunktionen, um insbesondere bei einer hohen Anzahl von Materialnummern eine schnelle Übersicht zu erhalten. Im Reichweitenmonitor des Use Case Engpassmanagement (EPM) gibt es zudem die Möglichkeit eine Prognosefunktion aufzurufen, die Abrufschwankungen analysiert und im Worst-Case-Szenario die hier geänderten Reichweiten der Teile anzeigt.

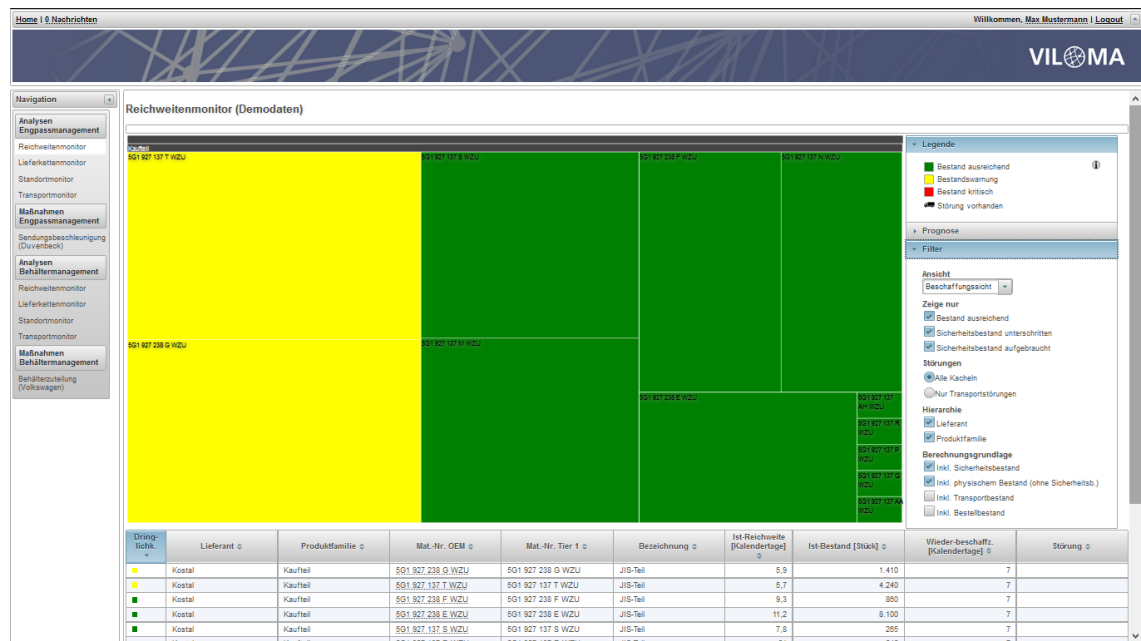


Abbildung 20: VILOMA-LAS Reichweitenmonitor (Use Case Engpassmanagement)

Lieferkettenmonitor:

Der Lieferkettenmonitor gibt einen schnellen Überblick über die zeitliche Entwicklung der Bestände an den Standorten der Supply Chain. Betrachtet werden hier die Sicherheitsbestände, physische Bestände, In-Transit-Bestände sowie offene Bestellungen der Partner. Die Anzeige des Fortschritts laufender Transporte zwischen den bestandsführenden Stufen ist konzeptionell angedacht, aufgrund der vorliegenden begrenzten Datenbasis wurde dieses Feature jedoch nicht vollständig entwickelt.

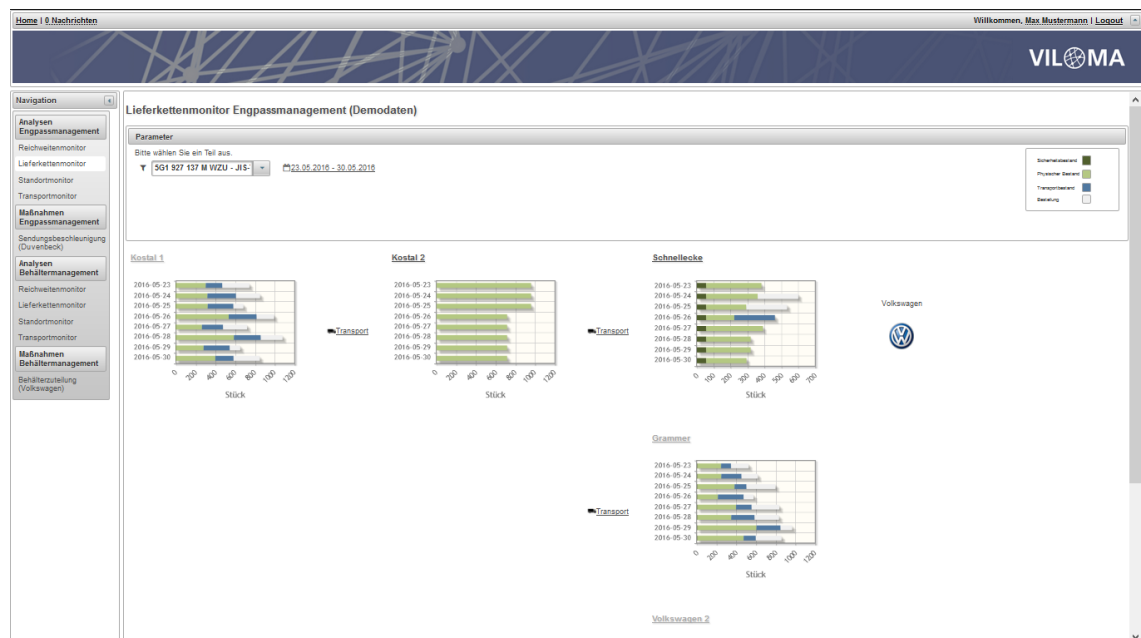


Abbildung 21: VILOMA-LAS Lieferkettenmonitor (Use Case Engpassmanagement)

Transportmonitor 2:

Der Transportmonitor 2 stellt eine Verknüpfung der Konzepte des Transportmonitors mit denen des Geografiemonitors dar. Der Transportmonitor 2 ist so konzeptioniert, dass er Auskunft über

die aktuellen und geplanten Sendungen in der ausgewählten Supply Chain zu einem Standort sowie die geplante Eintreffzeit einer im Zulauf befindlichen Sendung. Darüber hinaus ermöglicht er durch die Einbindung von Isochronen auf einer Landkarte, sogenannte Lieferzeitisochronen, einen schnellen Überblick über zu erwartende Ankunftszeiten.

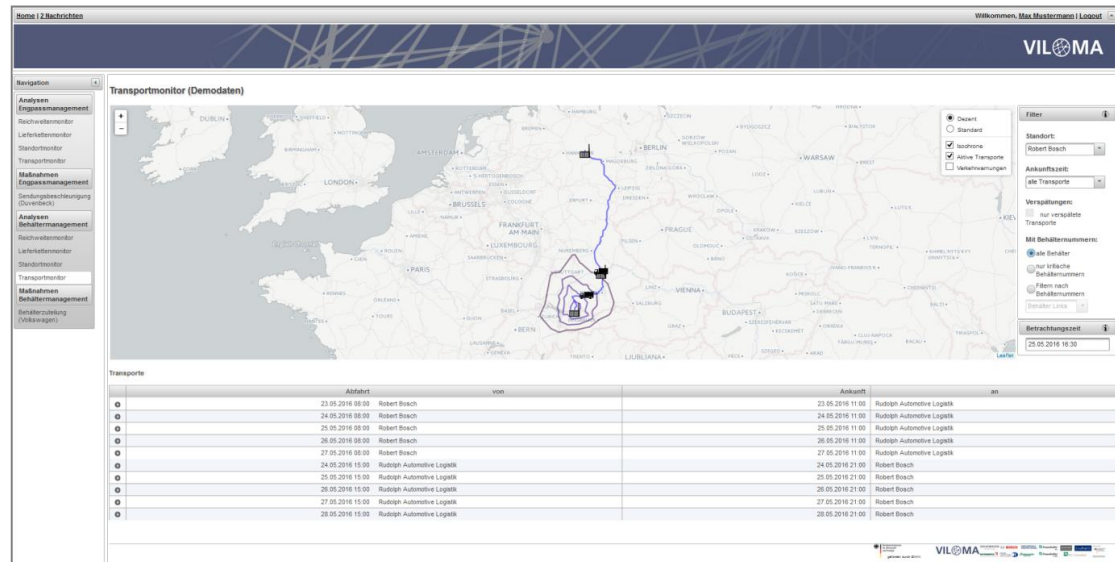


Abbildung 22: VILOMA-LAS Transportmonitor 2 (Use Case Behältermanagement)

Die Monitore sind auf den Ebenen Überwachen und Analyse angesiedelt und bieten hier den Planenden insbesondere Unterstützung bei der schnellen Identifikation von Störungen sowie ihrer Analyse. Darüber hinaus wurden Assistenzfunktionen konzipiert. Die Assistenten dienen den Planenden als Unterstützung zur Spezifikation von Maßnahmen, die im Engpass- oder Störfall ergriffen werden können. Im Behältermanagement wurden der Zuteilungsassistent und die Aufbereitungspriorisierung implementiert. Im Engpassmanagement wurde der Transportassistent entwickelt. Eine weiterführende Erläuterung der Assistenten findet sich im Gemeinschaftlichen Abschlussbericht.

Parallel zur Entwicklung der Monitore und Assistenten erfolgte die Anbindung der Simulations- bzw. Prognosemodelle an die entsprechenden Monitore und Assistenten sowie ihre Validierung. Abbildung 23 veranschaulicht die Nutzung der verschiedenen Modelle in den verschiedenen Ebenen des LAS.

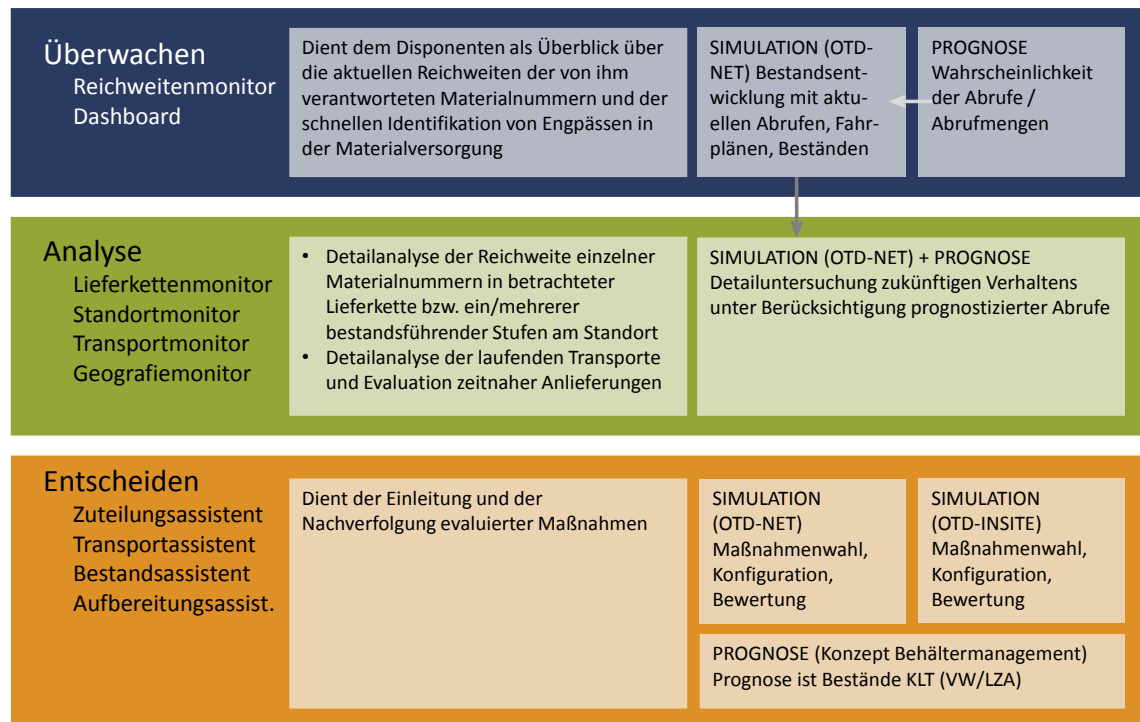


Abbildung 23: Überblick des Zusammenspiels Simulations- und Prognosebausteine

2.3.4 AP 3.4: Integration

Zielsetzung

Zielsetzung des AP 3.4. war es, die in den vorangehenden Arbeitspaketen konzipierten und entwickelten Konzepte exemplarisch zu einem nutzbaren Prototyp zusammenzufügen. Insbesondere die Anbindung des Prototyps an die IT-Systeme der Industriepartner und damit der Betrieb des IT-Systems mit Echtzeiten standen dabei im Fokus.

Methodik

Die Systemintegration stellte alle Beteiligten vor große Herausforderungen. Waren bislang eine Vielzahl von Konzepten erarbeitet und teilweise prototypisch umgesetzt worden, galt es nunmehr die Datenschnittstellen in Betrieb zu nehmen und einen durchgängigen Informationsfluss zu erreichen. Insbesondere im Hinblick auf das Datenmodell und die Datenbank-Struktur galt es, einen Vergleich des Datenangebots durch die Industriepartner gegen die Datenbedarfe für die einzelnen Funktionen des Prototyps zu ziehen. Aus dem Delta zwischen Datenangebot und -nachfrage erfolgt eine Überarbeitung sowohl der Datenquellen als auch der Datenszenen.

Ergebnisse

Im Ergebnis des Arbeitspaketes konnte ein durchgängiger Datentransfer von den Operativsystemen der Partner über die SAP Hana bis in das VILOMA Assistenzsystem mit seinen Simulations- und Prognosemodellen erreicht werden. Die Fraunhofer Institute haben die Arbeiten des APs in unterschiedlichen Punkten begleitet bzw. unterstützt. Eine wesentliche Aufgabe lag in dem Abgleich des Datenangebots durch die Industriepartner gegen die Datenbedarfe für die einzelnen Funktionen des Prototyps. Hierzu wurden funktions- und modellspezifisch die Datenbedarfe identifiziert, Quellen (Partnern) und Identifikation der Quelldatei zugeordnet. Die Realisierung

des Imports der Daten in die SAP HANA lag in der Verantwortung von prisma und LogProIT. Abbildung 24 gibt einen Überblick über die in VILOMA verwendeten Nachrichten und ihre Formate.

Partner	Nachricht	Format
Bosch	Bestandsmeldung	F17 CSV
Bosch	Wareneingangsmeldung	F20 CSV
Bosch	Warenausgangsmeldung	F21 Text
Bosch	Bedarfe NivPlus	F18 CSV
Duvenbeck	Wareneingangsmeldung	F1 CSV
Duvenbeck	Warenausgangsmeldung	F1 CSV
KOSTAL	Lieferabruf	VDA 4905
KOSTAL	Lieferschein und Transportdaten	VDA 4913
KOSTAL	Bestandsmeldung	VDA 4913
Rudolph	Wareneingangsmeldung	F15 Text
Rudolph	Wareneingangsmeldung	F15 Text
Rudolph	Warenausgangsmeldung	F16 Text
Rudolph	Warenausgangsmeldung	F16 Text
Schnellecke	Bestandsmeldung	VDA 4913
Schnellecke	Wareneingangsmeldung	VDA 4913
Schnellecke	Lieferabruf	VDA 4905
Schnellecke	Lieferabruf	VDA 4905
Schnellecke	Feinabruf	VDA 4915
Schnellecke	Produktionssynchroner Abruf	EDIFACT DELIT
Volkswagen	Bestandsmeldung	F4 Text
Volkswagen	Wareneingangsmeldung	F3 Text
Volkswagen	Wareneingangsmeldung	F19 CSV/GZIP
Volkswagen	Behälteranmeldung	F8 XLSX
Volkswagen	Quellenverfügbarkeit Behälter	F9 Excel-Template
Volkswagen	Leergutavisierung	F9 Excel-Template
Volkswagen	Bedarfe	F11 CSV/GZIP
Volkswagen	LKW Ankunftszeiten	F12 CSV/GZIP

Abbildung 24: Verwendete Nachrichten des VILOMA-Systems

Im Weiteren war das Fraunhofer IML in die Arbeiten zur Datenübernahme aus der SAP Hana in das Logistische Assistenzsystem involviert. Die in der zentralen Datenbank über das VILOMA-Datenmodell bereitgestellten Bewegungsdaten sowie Stammdaten stellen die Informationsbasis für das Prozessmodell des logistischen Assistenzsystems dar. Diese Daten müssen für das Prozessmodell des Assistenzsystems nutzbar gemacht werden, so dass an dieser Schnittstelle ein geeigneter Konverter zu entwickeln war. Die LogProIT war für die Umsetzung verantwortlich und hat diese in enger Abstimmung mit dem Fraunhofer IML umgesetzt. Durch die enge Abstimmung zwischen der prisma, LogProIT und dem Fraunhofer IML im Rahmen des AP 3 konnte hier eine sinnvolle Konzipierung des VILOMA-Informationsmodells erfolgen, die übermäßige Mapping- und Konvertierungsaufwände verhindert.

Direktzugriff auf die zentrale VILOMA-Datenbank aus dem Prognosebaustein

Ein weiterer wichtiger Bestandteil des VILOMA-Systemumfangs ist die Integration von Prognosemodellen in das logistische Assistenzsystem. Die anfängliche Konzeption hat vorgesehen, dass

die Prognose analog zu den Simulationsbausteinen des logistischen Assistenzsystems aus dem Prozessmodell in der Supply Chain Database SCDB ihre Daten erhält. Da die Konzeption und Umsetzung der Prognosemodelle auf die Auswertung von Massendaten abzielen, wurden hier alternative Implementierungsansätze diskutiert, um redundante Datenhaltung zu vermeiden und die Performance zu wahren. Im Rahmen der Diskussionen hat sich die Idee verfestigt, die benötigten Daten direkt aus der zentralen SAP HANA-Datenbank zu übernehmen. Vorteilhaft hierbei ist die hohe Lesegeschwindigkeit der in-memory-Datenbank über die vielzelligen Datensätze. Insbesondere die analytischen Fähigkeiten der spaltenorientierten Datenbank erlauben es, bereits einen Großteil der Vor-Aufbereitung und Analyse der Daten auf der Datenbank vorzunehmen. Die so gespeiste Prognose zeigt einen immensen zeitlichen Vorteil gegenüber dem Zugriff auf Daten aus einer klassischen Datenbank.

2.4 AP 4: Entwicklung Fallstudienprototyp und Testbetrieb (IT + Fallstudie)

2.4.1 AP 4.1: Konzept zum Prototypenaufbau

Zielsetzung

Gemäß Vorhabenbeschreibung bestand das Ziel dieses Arbeitspaketes in der Ausarbeitung eines Konzepts zur prototypischen Realisierung. Das Konzept sollte sowohl die Anforderungen aus AP 1 berücksichtigen, als auch den erarbeiteten Methoden aus AP 2 sowie den entwickelten Technologien AP 3 genügen.

Da zum Zeitpunkt des Starts des Arbeitspaketes noch keine fertig entwickelten Prototypenbausteine existierten, auf deren Basis ein Konzept entwickelt werden sollte, bestand das Ziel des AP 4.1 fortan darin, die Prototypenentwicklung (AP 3.3) durch ein ganzheitliches Projektmanagement zu begleiten.

Methodik

Die Bearbeitung des Arbeitspaketes folgte einer agilen Vorgehensweise. Ziel der Vorgehensweise war es, entwickelte Visualisierungen schnell testen zu können und flexibel auf neue Anforderungen der Nutzer zu reagieren. Dies wurde mit Hilfe der Scrum-Methode sichergestellt. In Abbildung 25 werden die Kernelemente, wie die Dauer und Anzahl der Sprints, die Rollenverteilung sowie die Steuerelemente übertragen auf das AP 4.1 dargestellt.

	Kernpunkte	Rollen	Steuerungselemente
THEORIE	- Agiles Vorgehen - Entwicklung erfolgt in sog. „Sprints“ - Dauer der „Sprints“ ist von Beginn an definiert	Product Owner: Vertritt die Interessen der Anwender Scrum Master: Moderator, der darauf achtet, dass die SCRUM-Regeln eingehalten werden Team: Mitarbeiter, die für die Produktentwicklung verantwortlich sind Anwender	Product-Backlog: Wunschliste, der zu realisierenden Funktionen Sprint-Backlog: Beschreibt welche Funktionen aus dem Product-Backlog im nächsten Sprint realisiert werden sollen
AP 4.1	- Anzahl Sprints: 7 Sprints - Dauer Sprints: 4 Wochen	Product Owner: Kostal Scrum Master: IML Team: IML Anwender: Konsortium	Product-Backlog: Anforderungsdokumentation und Rückmeldungen der Evaluation Sprint-Backlog: Entwicklungsplan

Abbildung 25: Scrum-Methode in AP 4.1

Innerhalb von sieben Sprints mit einer Dauer von jeweils drei Wochen wurden durch das Entwicklerteam, das für die Produktentwicklung verantwortlich war, die definierten Funktionen aus der Anforderungsdokumentation entwickelt. Die umzusetzenden Funktionen wurden weiterhin im sog. „Product“- bzw. „Sprint-Backlog“ definiert. Die Koordination des Teams fand durch den Scrum Master statt.

Ein Sprintzyklus umfasste die Phasen Entwicklung, Evaluation und dauerte vier Wochen. Innerhalb eines Entwicklungssprints fanden zweimal Abstimmungen zwischen den Prozessbeteiligten statt. Zur Mitte eines Sprints gab es eine Abstimmung zwischen dem Product Owner (Anwender, hier KOSTAL) und dem Scrum Master (Entwickler, hier IML), in denen der Zwischenstand abgestimmt wurde.

Ergebnisse

Da in diesem Arbeitspaket die Abstimmung der Partneranforderungen in der oben beschriebenen Form unter Anwendung der Scrum-Methodik Arbeitsinhalt war, sind die Ergebnisse der Prototypenentwicklung diesem Arbeitspaket nur indirekt zuzuordnen.

Mit Abschluss der Prototypenentwicklung in AP 3 endete auch dieses Arbeitspaket. Im Anschluss daran startete die technische und fachliche Validierung, mit der das AP 4 abschloss.

2.4.2 AP 4.2: Technische Validierung mittels Laborprototyp

Zielsetzung

In der Anforderungsbeschreibung (siehe Ende Kapitel 2.2.5 zu den Ergebnissen aus AP 2.5) zu VILOMA wurden neben den fachlichen Aspekten auch die technischen Anforderungen beschrieben, die für einen funktionsfähigen Prototypen notwendig sind.

In diesem Arbeitspaket galt es, eben diese technische Validierung durchzuführen. Es sollte dabei anhand des im Rahmen von VILOMA erstellten Prototyps gezeigt werden, dass die technischen Anforderungen an ein solches System betrachtet und, falls für den Prototypen relevant, umgesetzt wurden. Untersucht werden sollten dabei die Bereiche:

- Erreichbarkeit des Systems
- Bereitstellung von Testdaten für Schnittstellentests
- Datenschnittstellen
- Sicherungskonzept
- Berechtigungskonzept
- Monitoring und Betrieb

Methodik

Eine sinnvolle Validierung der Anforderungen kann an vielen Stellen nur durch die beteiligten Industriepartner im Zusammenspiel mit den Technologiepartnern erfolgen. Dazu galt es, den Ist-Stand der oben benannten Punkte im VILOMA-Prototypen zu ermitteln und gegen die Anforderungen zu prüfen.

Aus Sicht der LAS Entwicklung waren insbesondere Fragen der Erreichbarkeit sowie der Security von Bedeutung. Im Zuge der Arbeiten in UAP 3.3 wurden allen Partnern persönlichen Login auf das LAS eingerichtet, so dass eine geregelte Evaluation stattfinden konnte. So hatten die Partner stets die Möglichkeit, sich auch innerhalb der Sprintzyklen über den aktuellen Entwicklungsstand zu informieren und die Ergebnisse im Rahmen der Evaluationsphasen abgeschlossener Sprints zu bewerten

Ergebnisse

Erreichbarkeit

Dem Login in das eigentliche LAS geht die Verbindung auf die Server von prisma, auf denen das LAS dem Konsortium bereitgestellt wurde, voraus. Hierbei konnte durch intensive Zusammenarbeit der IT-Abteilungen der Partner eine gute Erreichbarkeit des prototypischen LAS erzielt werden.

Berechtigungskonzept

Das Berechtigungskonzept des VILOMA-Systems ist zweistufig ausgeprägt, man kann unterscheiden zwischen den Berechtigungen im logistischen Assistenzsystem und den Berechtigungen in den Datenbanken. Für die prototypische Umsetzung wurde entschieden, ein Berechtigungskon-

zept nicht direkt auf der Datenbank zu implementieren sondern in der Applikation. Das logistische Assistenzsystem greift mit einem technischen Benutzer auf die Datenbank zu, der alle Berechtigungen hat. Der Endanwender ist auf Datenbankebene nicht bekannt. Er hat keinen User und damit auch keine Rechte.

Mit dieser Aufteilung wurde verhindert, auf zwei völlig unterschiedlichen Ebenen Berechtigungen abbilden zu müssen. Dieses Prinzip wird bei vielen Softwareprodukten, z. B. auch im SAP R/3 verwendet.

Das zentrale Berechtigungskonzept ist daher im logistischen Assistenzsystem realisiert. In der Datenbank finden sich jedoch Hilfsmittel für einen tiefergehenden Ausbau des Berechtigungskonzepts auch auf Datenbankebene. Jeder Satz in jeder Tabelle der HANA Datenbank enthält die Felder BAS_SENDER (Sender) und BAS_EIGENT (Eigentümer), wodurch für jeden Satz eindeutig erkennbar ist, wer ihn gesendet hat und wer Eigentümer ist. Durch diese Konstruktion sind daher Anwendungsberechtigungen einfach abzubilden, z. B. könnte man einem Anwender erlauben Sätze seines Unternehmens einzusehen, zu ändern oder zu löschen.

Jedes Nutzerkonto auf Seiten des logistischen Assistenzsystems kann verschiedenen Rollen zugewiesen werden. Die Rollen bilden beispielsweise das Unternehmen sowie das Tätigkeitsfeld des Anwenders ab. Abhängig der vorhandenen Rollen wird entschieden, ob der Zugriff auf einzelne Monitore oder Assistenten erlaubt werden soll und/oder fachlich andere Berechnungen stattfinden.

Es wurden folgende Rollen implementiert:

Tabelle 6: Berechtigungs-Rollen im VILOMA-Prototyp

Rolle	Beschreibung
Nutzerklassifizierung	
Administrator	Haben nur die Entwickler des Prototyps, z. B. für die Benutzerverwaltung
Anwender	Muss jeder Nutzer haben, um sich einloggen zu können
UseCase-Zugehörigkeit	
EPM	Jeder Anwender besitzt mindestens eine UseCase-Rolle, Usern von Volkswagen sowie den Technologiepartnern sind beide Rolle zugeordnet
BHM	
Firmenrollen	
Volkswagen	Jeder Anwender ist genau einer Unternehmensrolle zugeordnet
KOSTAL	
Duvenbeck	
Schnellecke	
Bosch	
Rudolph	
IMAB TU Clausthal	
Fraunhofer IML	
Fraunhofer ITWM	
prismat	
Anwenderrollen	
Behälterdisponent	Über die Anwenderrollen ist eine Einschränkung der angezeigten Monitore und Assistenten möglich
Packstoffdisponent	
Materialdisponent	

2.4.3 AP 4.3: Fachliche Validierung mittels Anwendungsfallprototyp

Zielsetzung

Nachdem der Prototyp entwickelt und technisch validiert wurde, war es Ziel des Arbeitspakets 4.3, diesen zu erproben und zu demonstrieren. Die Anwendungspartner sollten die entwickelten Lösungen unter realistischen Bedingungen über einen Zeitraum von drei Monaten testen und fachlich validieren. Das Arbeitspaket 4.3 untersuchte, ob die Praxisfähigkeit des Prototyps sowohl technisch als auch fachlich gegeben ist. Die identifizierten Potentiale und Herausforderungen für eine Weiterentwicklung des VILOMA-Systems zu einer operativ einsatzfähigen IT-Lösung wurden in diesem Arbeitspaket identifiziert und in nachfolgenden Arbeitspaketen zur Untersuchung der Potentiale und Übertragbarkeit weiter untersucht. Zusätzlich erhob das Arbeitspaket 4.3 messbare Kennzahlen, die für die Erarbeitung des Kennzahlensystems in Arbeitspaket 5.2 dienten. Nach der zu Beginn des Arbeitspaketes gültigen Zeitplanung wurde der Testzeitraum auf sieben Wochen verkürzt, was aber die Zielerreichung nicht gefährdete.

Methodik

Die Durchführung des Arbeitspakets 4.3 untergliederte sich in die Vorbereitungsphase sowie dem Testzeitraum. Während der Vorbereitungsphase präsentierten die Industriepartner intern ihren jeweiligen Anwendern den entwickelten Prototyp, stellten den Testablauf für die kommenden Wochen vor und arbeiteten die Mitarbeiter ein. In der Folge prüften sie mit den Endwendern das VILOMA-System auf Fehler, die die Systemfunktion während des Tests einschränken würden. Im Fokus standen v.a. Berechnungs- oder Darstellungsfehler. Die Entwickler optimierten den Prototyp iterativ. Das Konsortium tauschte sich wöchentlich zu den Testvorbereitungen in einer Telefonkonferenz aus. Weiterhin richteten die Entwickler für jeden Anwender einen eigenen Zugang ein. Online-Daten für den Testbetrieb wurden sukzessive freigeschaltet.

In der Testphase stand der Prototyp den operativen Anwendern in den Unternehmen sieben Wochen permanent zur Verfügung. Um die Erfahrungen der Anwender aufzunehmen, wurden verschiedene Methoden angewendet:

- Telefonkonferenzen: Alle zwei Wochen erfolgte eine Telefonkonferenz, in denen auch Anwender teilnahmen. Hier bot sich die Möglichkeit, Erfahrungen mit dem Prototyp zu äußern.
- Tagebuch: Jeder Anwender hatte die Möglichkeit, seine Eindrücke in einem vom Konsortium definierten Tagebuch schriftlich festzuhalten.
- Kennzahlenerhebung: Aus dem VILOMA-System ermittelte das Konsortium täglich die relevanten Kennzahlen, um die Eindrücke der Anwender mit den vorgefundenen logistischen Situationen in Bezug zu setzen.
- Persönliche Gespräche: Partnerintern hatten die Endanwender die Möglichkeit, ihr Feedback direkt dem VILOMA-Team zu spiegeln.

Ergebnisse

Logistisch betrachtet war die Ausgangssituation in den Anwendungsfällen Engpassmanagement und Behältermanagement verschieden.

Im Engpassmanagement ist eine Engpasssituation aufgrund der hohen Bestände innerhalb der Lieferkette unwahrscheinlich. Die Disponenten prüften vorrangig die Reichweiten und passten die Höhe der wöchentlichen Bestellungen an. Die Reichweiten sanken jedoch nie in kritische Bereiche. Über den Transportstatus können kurzfristige Verzögerungen erkannt, aber aufgrund hoher Bestände kompensiert werden. Sondertransporte waren nicht nötig.

Im Behältermanagement traten regelmäßig Engpässe in der Behälterversorgung auf, weil der Behälterkreislauf insgesamt mit Behältern unterversorgt ist. Die Nachbeschaffung zusätzlicher Behälter greift erst nach Projektende. Diese Engpässe können Disponenten mit VILOMA überwachen. Hierzu gleichen sie täglich die Reichweiten und Bestände bei Bosch mit denen von Volkswagen ab. Der Behälterzuteilungsassistent unterstützt dabei, die weitere Bestandsentwicklung nach Lieferung zusätzlicher Behälter abzuschätzen. Zudem ist die Laufzeit der Leerguttransporte entscheidend, um kurzfristige Engpässe zu vermeiden.

Während der siebenwöchigen Testphase wurde deutlich, wo die größten Herausforderungen für ein operatives System liegen und wo VILOMA neue Ansätze aufzeigen konnte. Die Anwender konnten zum ersten Mal erfahren, was es für tägliche Dispositionsarbeit bedeutet, mehr und teils interne Informationen über die Lieferpartner und auch über mehr als eine Supply-Chain-Stufe hinweg zur Verfügung zu haben. Die Rückmeldung der Disponenten war positiv.

Für den dauerhaften operativen Einsatz zeigte die Rückmeldung der Anwender weitere Potentiale auf. Für das operative Engpassmanagement (Teile, Behälter, Transporte) muss die Datenübermittlungsfrequenz weiter gesteigert werden. In VILOMA waren technisch bedingt einige Informationen nur täglich übermittelbar, andere dagegen bereits untertäglich. Die Steigerung auf eine untertägliche Datenaktualisierung über alle Daten und Nachrichten hinweg ist eine Grundvoraussetzung für den praktischen Einsatz in Engpasssituationen und die korrekte Lagebeurteilung. Zeitdifferenzen, aber auch Fehler in der Datenübermittlung oder falsche Datenformate führten temporär zu Datendifferenzen zwischen Prototyp und internem Anwendersystem. Letztere Fehler konnten durch das Entwicklerteam schnell behoben werden, jedoch ist für den dauerhaften, operativen Einsatz eine stabile, hohe Datenqualität notwendig, damit die Anwender Vertrauen in das System gewinnen.

Logistisch und technisch betrachtet half die Fokussierung auf eine Lieferkette, das VILOMA-System gezielt zu entwickeln. In der Realität existieren jedoch Liefernetzwerke mit teils mehreren Lieferanten und/oder mehreren Abnehmern. Die Versorgungslage konnte bezogen auf die im Projekt fokussierten Wertschöpfungsstufen und beteiligten Unternehmen nachvollzogen, aber nicht vollumfänglich beurteilt werden. Im Anwendungsfall Engpassmanagement waren bspw. weitere Abnehmer der Schaltermodule im Volkswagen Konzern nicht angebunden, sodass die Bestandsbewertung bei KOSTAL zu Problemen führte. Im Behältermanagement fehlten weitere Werke mit möglichen Leergutbeständen, die jedoch im Prototyp nicht enthalten waren. Liefernetzwerke sind erheblich komplexer visuell abzubilden als Lieferketten. Ein operatives System muss alle relevanten Informationen in Liefernetzwerken zur Verfügung stellen.

2.5 AP 5: Evaluation, Verallgemeinerung (Schwerpunkt)

2.5.1 AP 5.1: Entwicklungsbegleitende Evaluation

Zielsetzung

Um im Rahmen des Forschungsprojekts die gesetzten Ziele zu erreichen, galt es in Arbeitspaket 5.1 geeignete Bausteine zu definieren, die dies entsprechend unterstützen und eine Grundlage liefern für notwendige Entscheidungen. Weiterhin sollen die eingesetzten Methoden im Projektmanagement entsprechend evaluiert werden. Auf dieser Basis sollen Risiken und Potentiale aufgezeigt werden und eine Bewertungsbasis dafür geschaffen werden.

Methodik

Die entwicklungsbegleitende Evaluation wurde in Arbeitspaket 5.1 in drei Elemente unterteilt. Diese Bausteine stellen die Grundlage dar, um den Projektfortschritt zu evaluieren. Es wurden hier folgende Bausteine definiert:

- SCRUM als Projektmanagementmethode in den einzelnen Arbeitspaketen
- die zeitliche Zielerreichung der einzelnen Arbeitspakete gegenüber dem Gesamtprojektplan
- die Zielerreichung der im Förderantrag definierten Ziele

Zu jedem der drei Elemente wurde von den Projektpartnern definiert, wie diese anzuwenden und zu messen sind.

Die Erreichung der Ziele wurde mittels Fragebogen durch die Partner nach Erarbeitung der Anforderungsbeschreibung, mit Verfügbarkeit des Softwareprototypens und während der Pilot- und Testphase der Anwender bewertet. Hierbei wurden jeweils der aktuelle Stand zum Zeitpunkt der Befragung, der zu erwartende Stand zu Projektende und ein zukünftiger Stand bei einer produktiven Anwendung der erarbeiteten Lösungen bewertet.

Ergebnisse

Im Rahmen des APs beteiligten sich die Fraunhofer Institute an den Workshops zur Abstimmung des Vorgehens in dem AP und Identifikation geeigneter Methoden zur entwicklungsbegleitenden Evaluation. Darüber hinaus beteiligten sich beide Institute an den Befragungen zu Zielerreichung.

2.5.2 AP 5.2: Evaluation der Potentiale

Zielsetzung

Ziel des Arbeitspakets 5.2 war es, den ausgereiften Prototyp, aufbauend auf den in Arbeitspaket 4.3 durchgeführten Anwendertests zu evaluieren und auf die Potentiale im Praxiseinsatz zu überprüfen.

Methodik

Als Methode zur Evaluation der Projektergebnisse wurde die nutzerzentrierte Evaluation durch Anwender der am Projekt beteiligten Industriepartner gewählt. Auf Basis von Recherchen von Volkswagen und dem IMAB der TU Clausthal wurden als Evaluierungskriterien IT, Benutzungsoberfläche (User Interface) und der Logistik-Kennzahlen definiert und in Gruppenarbeit ausgearbeitet. Die Bewertung der Kriterien Logistik und Oberfläche wurden in zwei Testgruppen bewertet:

- Studenten der TU Clausthal mit dem Studienschwerpunkt Ingenieurwesen und Logistik
- Mitarbeiter der Fachbereiche aller Industriepartner.

Die Logistik-Kennzahlen wurden im Rahmen von Arbeitspaket 4.3 ausgewertet. Zum Abschluss des Arbeitspakets 5.2 konsolidierten Gruppen mit mehreren Konsortialpartnern die Ergebnisse, um den Nutzen, die Potenziale und die Risiken zu dokumentieren.

Ergebnisse

Die Fraunhofer Institute haben sich an der Erarbeitung der detaillierten Evaluationskriterien in den betrachteten Bereichen IT, Benutzungsoberfläche (User Interface) und der Logistik-Kennzahlen beteiligt. Hierzu führte Fraunhofer u. a. einen Abgleich von VDI Logistik-Kennzahlen in den relevanten Bereichen mit dem VILOMA Prototyp vor. Als Basis des Vergleichs dienten hier die VDI-Normen:

- VDI 4400 Beschaffung
- VDI 4400 Distribution
- VDI 4400 Produktion
- VDI 4490 Wareneingang
- VDI 4490 Lager
- VDI 4490 Verpackung
- VDI 4490 Warenausgang
- VDI 4490 Leergut und Kreislauf.

Nachfolgende Abbildung 24 veranschaulicht die Ergebnisse des Abgleichs für die Monitore (Reichweiten-, Lieferketten-, Transportmonitor) sowie die umgesetzten Assistenten Sendungsbeschleunigung und Aufbereitungspriorisierung.

Kennzahlen nach VDI-Norm					
VDI4490 Lager					
Mengen- und Strukturdaten	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
Lagerreichweite - Wert	x				
VDI4490 Verpackung					
Mengen- und Strukturdaten	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
VDI4490 WE					
Mengen- und Strukturdaten	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
Anzahl tatsächliche Anlieferungen			x		
Qualitätskennzahlen	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
Differenz zwischen Avis und tatsächlicher Anlieferung			x	x	
VDI4400 Distribution					
Leistungskennzahlen in der Distribution	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
Liefertreue			x	x	
Liefertermintreue			x	x	
Strukturkennzahlen in der Distribution	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
VDI4490 WA					
Leistungskennzahlen	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
VDI4400 Produktion					
Leistungskennzahlen in der Produktionslogistik	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
Strukturkennzahlen in der Produktionslogistik	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
VDI4400 Beschaffung					
Leistungskennzahlen in der Beschaffung	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
Liefertreue			x		
Liefertermintreue			x		
Liefermengentreue			x		
Strukturkennzahlen in der Beschaffung	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
VDI4490 Bereichsübergreifend					
Qualitätskennzahlen	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	SB (LDL)	Aufbereitungspriorisierung
VDI4490 Leergut und Kreislauf					
Mengen- und Strukturdaten	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	Behälterzuteilung	Aufbereitungspriorisierung
Anzahl Mehrweg-Verpackungen für den Versand an Kunden	x	x		x	x
Qualitätskennzahlen	RW-Monitor	LK-Monitor	T-Monitor	Behälterzuteilung	Aufbereitungspriorisierung
Anzahl Ereignisse, wo Mehrwegverpackung fehlte für den Versand an Kunden					x

Abbildung 26: Ausschnitt – Abgleich der im VILOMA-Prototyp unternehmensübergreifend messbaren Kennzahlen mit relevanten VDI Logistikkennzahlen

2.5.3 AP 5.3: Evaluation der Übertragbarkeit auf andere Anwendungsfälle und Branchen

Zielsetzung

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts VILOMA sind nicht nur für die Automobilindustrie und die Anwendungsfälle Engpassmanagement und Behältermanagement interessant. Auch andere Branchen können die Ideen für ihre Anwendungsfälle nutzen. In AP 5.3 wurde daher die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Anwendungsfälle und Branchen evaluiert.

Methodik

Das Arbeitspaket wurde nach der SCRUM-Methode verfolgt:

- Product Owner war Bosch,
- Scrum Master Schnellecke, und

das Team bestand aus Vertretern von Volkswagen, KOSTAL, Bosch, Schnellecke, Rudolph, Duvvenbeck, prismat, Fraunhofer IML und ITWM.

Während des Kickoff-Treffens wurden nach Vorstellung der Ziele und der Vorgehensweise des Arbeitspakets in Gruppenarbeiten „Anwendungsfälle Engpass-/ Behältermanagement“ sowie „IT-Experten“ die übertragbaren Ergebnisse zusammengestellt. Mit den übertragbaren Ergebnissen wurden aus den Wirtschaftszweigen des Statistischen Bundesamtes die Abschnitte ausgewählt, die ähnliche logistische Kriterien wie die Automobilindustrie aufweisen, sowie potentielle Anwendungsfälle ermittelt. Daran anschließend wurde ein Fragebogen entwickelt und als strukturierter Leitfaden in Experteninterviews genutzt. Die Ergebnisse der Interviews wurden von Schnellecke konsolidiert und aufbereitet.

Ergebnisse

Unter Beteiligung der Fraunhofer Institute wurde ein Kreativworkshop durchgeführt in dem zum einen Wirtschaftszweige identifiziert werden konnten für die die VILOMA-Ergebnisse potentiell interessant sind wie Verarbeitendes Gewerbe (Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen; Herstellung Datenverarbeitungsgeräte elektronische/optische Erzeugnisse; Maschinenbau; Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen; Sonstiger Fahrzeugbau; Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen), Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen, Gesundheits- und Sozialwesen, etc. Darüber hinaus wurden über 25 weitere Anwendungsszenarien neben dem Engpass- und dem Behältermanagement in einem Brainstorming zusammengestellt wie Ressourcenplanung, Anlagenmanagement, Werkzeugmanagement, Verwaltung von Behälterpools (z. B. Brauerei und Getränke), Ersatzteilgeschäfte/ After Sales, Flottenmanagement, Carsharing.

Auf Basis der Kenntnis potentiell interessierter Wirtschaftszweige und Anwendern waren die Konsortialpartner aufgefordert Experten zur Interviewbefragung zu identifizieren. Zur Durchführung der Interviews stellte Schnellecke einen umfassenden Fragebogen zusammen, der durch die Partner und u. a. von Fraunhofer evaluiert wurden. Der Fragebogen zur Übertragbarkeit behandelte in 50 Fragen sieben Themengebieten.

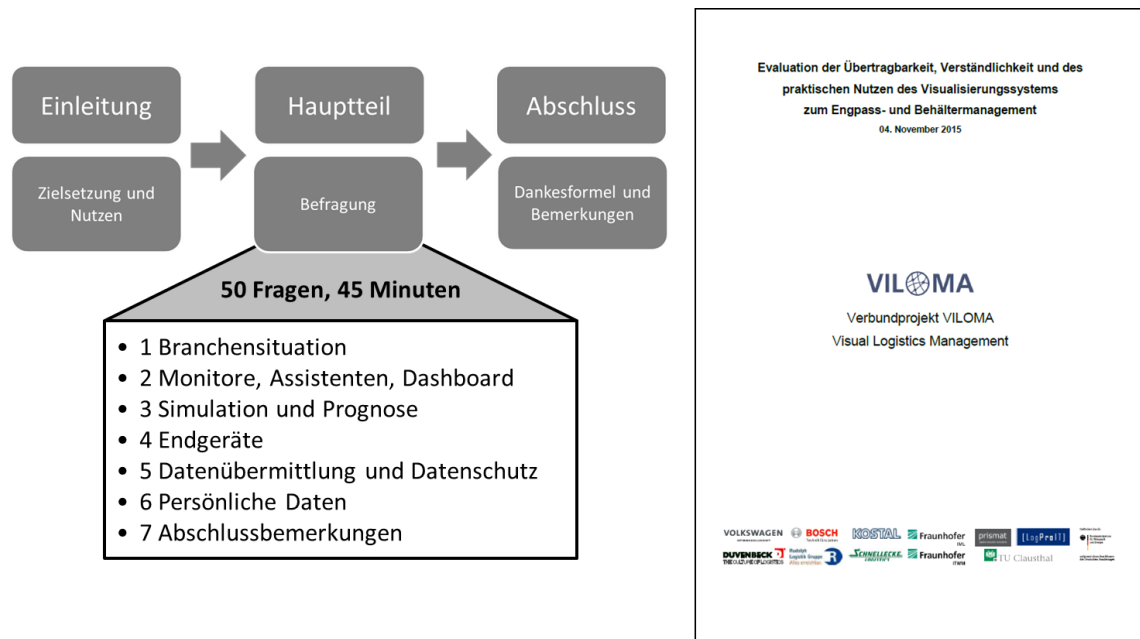


Abbildung 27: Fragebogen zur Übertragbarkeit

Fraunhofer führte zwei Interviews mit Experten aus dem Wirtschaftsbereich Handel und Verarbeitendes Gewerbe - Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen durch.

2.6 AP 6: Wissensverbreitung

2.6.1 AP 6.1: Externe Kommunikation, Messen und Kongresse

Zielsetzung

Das Arbeitspaket diente der gezielten Kommunikation der Projektergebnisse innerhalb der Unternehmen der Konsortialpartner sowie gegenüber Dritten. Hierzu ist eine intensive Absprache zwischen den Partnern bzgl. geplanter Veranstaltungsbesuche, Tagungsbeiträge oder Messestandplanungen erforderlich, um insbesondere bei der Ansprache Dritter auf ebendiesen benannten Veranstaltungen Synergieeffekte zu erreichen. Durch eine gezielte Beteiligung an den branchenrelevanten Veranstaltungen soll die öffentlichkeitswirksame Platzierung des Forschungsprojektes erzielt werden. Gleichmaßen betreibt jeder Partner in seinem Unternehmen ein unternehmensinternes Marketing, um die Fortschritte und Erkenntnisse aus VILOMA einem breiten Kreis bekannt zu machen.

Methodik

Im Rahmen des VILOMA-Projektes wurden verschiedene Werkzeuge und ein Vorgehen abgestimmt, um die Aktivitäten zur Wissensverbreitung zu koordinieren. Die Projektleiter der Partner stimmen sich monatlich zu dem aktuellen Projektstatus und Fortschritt ab, in diesem Zuge erfolgt auch ein aktiver Informationsaustausch über geplante anstehende Veranstaltungen und Publikationen. Als Basis für den Austausch dienten im Wesentlichen zwei Übersichten, die aktiv geführt und regelmäßig aktualisiert wurden:

- Tabelle zu Veranstaltungs- und Kongressübersichten/ Vortragsmöglichkeiten (National & International) über die Laufzeit von 2014 – 2016
- Übersicht über populärwissenschaftliche und wissenschaftliche Zeitschriften

Diese Listen begleiteten das Projekt über die gesamte Laufzeit. Alle Projektbeteiligten waren aufgefordert, ihre Teilnahme an Messen, Kongressen und Veranstaltungen sowie Platzierungen von Artikeln in Zeitschriften, Journals und Magazinen in die Listen einzutragen und der Leitung des AP 6.1 per E-Mail mitzuteilen. So war es über die Projektlaufzeit möglich, zu jeder Zeit einen Gesamtüberblick über geplante Aktivitäten zu erhalten.

Neben der Planung von Aktivitäten zur Veröffentlichung wurden im Rahmen von AP 6.1 entsprechende Informationsunterlagen zur Verfügung gestellt. Hierzu zählen ein Standardfoliensatz sowie ein Projektflyer, eine Projekthomepage, auf der sich neben Projektinformationen Veröffentlichungen der Projektpartner als Downloadangebot finden. Darüber hinaus wurden im Rahmen der inhaltlichen Arbeitspakete weitere Dokumente zur internen Kommunikation der Projektidee und Präsentation des aktuellen Stands des Projektes erstellt. So könnten Mock-ups der Visualisierungen aus AP 2.4 / 2.5 genutzt werden sowie der Mock-up des LAS aus AP 3.3.

Ergebnisse

Das Fraunhofer übernahm in dem AP die Leitung und stand im regen Austausch mit den Konsortialpartnern hinsichtlich der Projektveröffentlichungen unter Verwendung der o.g. Instrumente. Darüber hinaus übernahm Fraunhofer die Erstellung eines Projektflyers und beteiligte sich an der Aktualisierung von Projektinformationen auf der VILOMA Homepage.

Seitens Fraunhofer wurden die Entwicklungen in VILOMA auf verschiedenen Veranstaltungen in Form eines Informationsvortrags oder mit Exponaten präsentiert:

- Motta, Marco: Durchgängige Digitalisierung der Produktions- und Vertriebsprozesse – Effizienzpotenziale heute bereits nutzen; FELTEN Group, Best Practice Day, 21.06.2016, RWTH Aachen
- 03.06.2016 CeMAT 2016 Forum IT + Automation: „Datenintegration und Visualisierung für ein ganzheitliches proaktives Supply Chain und Logistikmanagement“
- 31.05. – 03.06.2016 CeMAT 2016 Leitthema: „Smart Supply Chain Solutions“; Demonstrator auf dem Gemeinschaftsstand des Fraunhofer IML
- 25.02.2016 147. Treffen der BVL Regionalgruppe Ruhr, Vorstellung MiniDemonstrator am Fraunhofer IML

Im Rahmen von VILOMA wurden seitens Fraunhofer verschiedene wissenschaftliche Veröffentlichungen sowie Fachartikel platziert. Tabelle 7 stellt die verschiedenen Publikationen auf Konferenzen und in Fachzeitschriften über die Projektlaufzeit vor:

Tabelle 7: Überblick Veröffentlichungen in VILOMA

Jahr	Veröffentlichung	Kategorie
2013	Beißert, Ulrike: Unterstützung der Logistikplanung durch intuitiv verständliche und zielgruppenspezifische Informationsvisualisierung, Jahresbericht Fraunhofer IML, S.90-91, 2013	Jahresbericht
2014	Sardesai, Saskia; Sydow, André; Hinrichs-Stark, Wilko; Beißert, Ulrike; Motta, Marco: Visuelles Logistikmanagement – Branchenuntersuchung zur Informationsvisualisierung. 19. Magdeburger Logistiktage „Sichere und nachhaltige Logistik“ 2014 : Tagungsband im Rahmen der IFF-Wissenschaftstage, 25. Juni – 26. Juni 2014. Hülsmann, Stephan; Schmidt, Michael; Drost, Stefan; Terharen, André: Visual Logistics Management (VILOMA). Material Handling: MH 9 (2014), Das Jahrbuch für Materialfluss und Logistik, S.137-139 ISSN: 1661-4275.	Konferenzbeitrag Fachzeitschrift
2015	Schröder, Michael; Jami, Neil; Beißert, Ulrike; Motta, Marco: Konzeptionierung eines integrierten, modellbasierten Ansatzes zur Prognose von transportlogistischen und intralogistischen Ereignissen in Logistiknetzwerken, Tagungsband der 16. ASIM Fachtagung Simulation in Produktion und Logistik, 23.-25.09.2015, Dortmund, 2015 Beißert, Ulrike; Motta, Marco: Unterstützung der Logistikplanung durch intuitiv verständliche und zielgruppenspezifische Informationsvisualisierung am Beispiel des Behältermanagements, Jahrbuch der Logistik 2015, S. 126-130 Sardesai, Saskia; Kamphues, Josef; Hegmanns, Tobias: Simulation-based concept for increasing robustness in distribution networks, 22nd EurOMA Conference, Operations Management for Sustainable Competitiveness	Konferenzbeitrag Buchbeitrag Konferenzbeitrag
2016	Jami, Neil; Schröder, Michael; Küfer, Karl-Heinz: A model and polynomial algorithm for purchasing and repositoring returnable containers; 7th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics (MCPL 2016) , Bremen, Germany, February 22 – 24, 2016	Konferenzbeitrag

Im Zuge von VILOMA wurde seitens Fraunhofer gemeinsam mit Schnellecke eine Masterarbeit mit dem Titel „Simulationsstudie zur Reaktionsfähigkeit der Wertschöpfungskette der Mittelkonsole Volkswagen Golf A7 im Engpassfall“ vergeben und erfolgreich beendet.

2.6.2 AP 6.2: Arbeiten zur Standardisierung

Zielsetzung

Das Ziel des Arbeitspakets lag darin, die in VILOMA entwickelten Konzepte und Erkenntnisse in Richtung logistischer Standards weiterzuentwickeln, so dass nachhaltig der Nutzen der Projektergebnisse verstärkt werden kann.

Methodik

Die Fraunhofer Institute haben die AP-Leitung übernommen. Zu Beginn dieses Arbeitspakets wurden die zur Standardisierung relevanten Themengebiete in VILOMA von Fraunhofer identifiziert. In den Fokus der Betrachtungen rückten drei Themen:

- IT / Daten
- Kennzahlen
- Graphische Symbole

In Kleinarbeitsgruppen – organisiert durch Fraunhofer - wurden die bisherigen Ergebnisse in den Themenbereichen von den Experten der Konsortialpartner konsolidiert, klassifiziert und teilweise „weiße Flecken“ in den Ausarbeitungen ergänzt.

Ergebnisse

Arbeitsgruppe: IT / DATEN

Dieses Themengebiet wurde in die Themenbereiche Datentransfer, Datenkonvertierung und –import, Datenbanken und Datenformate unterteilt. Die wesentlichen Erkenntnisse sollen nachfolgend knapp dargestellt und Empfehlungen für nachfolgende Projekte gegeben werden.

Tabelle 8: Überblick Empfehlungen der VILOMA-Arbeitsgruppe IT / Daten

Empfehlung	Beschreibung
Datentransfer	In VILOMA wurde OFTP für den Datentransfer verwendet. Für einen Einsatz innerhalb der Automobilindustrie stellt OFTP einen etablierten, ausgereiften Standard dar, der vom Großteil beteiligter Partner bereits heute unterstützt wird. Für einen Einsatz außerhalb der Automobilindustrie muss eine Abwägung erfolgen, ob brancheneigene Standards existieren und genutzt werden können. Alternativ ist OFTP auch in diesem Kontext sinnvoll zu implementieren.
Datenkonvertierung	Das VILOMA-Datenmodell umfasst ein weites Informationsfeld der verschiedenen logistischen Ebenen und könnte als Basis für einen künftigen Standard solcher Modelle verwendet werden. Zwingend erforderlich wäre eine Verallgemeinerung weg von den betrachteten Use Cases. Für ein stärker standardisiertes Datenmodell mit festgelegten Dateninputs kann dann auch eine Vereinheitlichung der zugehörigen Konvertertools erfolgen.

Datenbanken	Im VILOMA-Kontext wird eine SAP HANA in-memory-Datenbank eingesetzt. Generell zeichnet sich in der Industrie eine Entwicklung hin zur Nutzung von in-memory-Datenbanktechnologie ab u. a. infolge von Big-Data-Szenarien. Eine Standardisierung ist in diesem Bereich nahezu unmöglich, neue Datenzugriffsstandards wie ODATA dagegen könnten sich zukünftig weiter durchsetzen und insbesondere in der Verknüpfung Cloud-basierter-Anwendungen mit der Leistungsfähigkeit einer in-memory-Datenbank sinnvoll eingesetzt werden.
Datenformate	Es wird die Verwendung von im VDA standardisierten Formaten für Bestände und Abrufe, sowie die Verwendung von EPCIS im Bereich event-basierter Daten empfohlen. Weiterhin ist von einer Übernahme von EPCIS beim VDA nach aktuellem Kenntnisstand auszugehen.

Arbeitsgruppe: Kennzahlen

Im Rahmen der Arbeitsgruppe Kennzahlen lag der Fokus auf der Identifikation geeigneter Kennzahlen für die Planung und Steuerung von Supply Chains. Eine Differenzierung mit Blick auf den Materialfluss und den Informationsfluss in den Netzwerken schien hier angeraten.

Im Bereich Kennzahlen des Materialfluss brachte Fraunhofer die Kennzahlen des Materialflusses ein, die im VILOMA-Prototyp adressiert sind. Insgesamt konnten 35 Logistikkennzahlen aus den VDI Richtlinien 4400 (19 Kennzahlen) und 4490 (16 Kennzahlen) identifiziert werden. Aufbauend auf dem IST-Zustand und den operativen Erfahrungen der VILOMA Experten wurden seitens KOSTAL weitere materialflussbezogene Kennzahlen identifiziert und in der Arbeitsgruppe diskutiert.

Neben den Kennzahlen zum Materialfluss befasste sich Fraunhofer intensiv mit den Kennzahlen für den Informationsfluss. Zunächst wurde eine Recherche zu vorhandenen Standardkennzahlen in diesem Bereiche durchgeführt. Ein systematischer Katalog von Kennzahlen zum Informationsfluss konnte bislang in der Literatur nicht aufgefunden werden, der die Logistiker z. B. auf Schwankungen und Veränderungen in den Planungen hinweist bzw. die Plangenauigkeiten abschätzen lässt. Vereinzelt finden sich Hinweise auf potentielle Kennzahlen zur Bewertung des Informationsflusses definiert (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Kennzahlen zur Bewertung des Informationsflusses

Informations- weitergabe	Informations- zugänglichkeit	Informations- genauigkeit	Informations- variabilität	Informations- gehalt
Wie vielen Stufen der SC steht die Information (ungefiltert) zur Verfügung?	Wie viele unterschiedliche IT-Systeme / Datenquellen müssen zur Informationsgewinnung konsultiert werden?	- Accuracy: Wie präzise ist die übermittelte Information? - Forecast error: Wie groß ist die Varianz des Prognosefehlers?	- Wie oft ändert sich die Prognose? - Wie stark kann sich die Prognose ändern? - Welche Reaktionszeit besteht, um sich auf veränderte Prognosewerte einzustellen?	- Werden Prognosewerte auch mit Streuungsmaßen kommuniziert? (Information über Genauigkeit) - Wie viele alternative Szenarien werden kommuniziert?
Absolute Zahlen haben wenig Aussagekraft und sind eher für einen Vorher-Nachher-Vergleich von SC IT-Projekten sinnvoll.		Diese Kennzahlen sollten dynamisch betrachtet werden, d.h. hinsichtlich der zeitlichen Nähe zum prognostizierten Zustand		

Aus den in VILOMA gewonnenen Einblicken und Erkenntnissen mit Blick auf komplexe Supply Chain Netzwerke lassen sich nachfolgende Empfehlungen für weiterführende Untersuchungen bzw. Entwicklungen aussprechen (Tabelle 10).

Tabelle 10: Überblick Empfehlungen der VILOMA-Arbeitsgruppe Kennzahlen

Empfehlung	Beschreibung
Materialfluss	Um insbesondere den Zustand des Gesamtnetzwerkes mit Blick auf den Materialfluss besser bewerten können, wurden drei Kennzahlen identifiziert: - Stabilitätskennzahlen - Risikokennzahlen - Flexibilitätskennzahlen. Insbesondere im Bereich der Stabilitätskennzahlen weisen aktuelle Kennzahlensysteme noch Defizite auf. Für die anderen Gruppen konnten aus bestehenden Normen/ Richtlinien/ Kennzahlensystemen eine Vielzahl an Kennzahlen identifiziert werden, die den Gesamtzustand der Supply Chain besser bewerten lassen. Nach gegenwärtigem Stand der Kenntnis werden dieser unternehmensübergreifenden Kennzahlen jedoch noch zu wenig in der Praxis genutzt, um aus dem Gesamtsystemzustand des Netzwerkes zur einer Verbesserung der Prozesse im Unternehmen zu schließen.
Informationsfluss	Um den Gesamtzustand der Netzwerke besser bewerten zu können, sind den Disponenten hinreichende Kennzahlen auch zum Informationsfluss zur Verfügung zu stellen, um die Möglichkeit zu bieten, hierauf ihre Planung zu validieren. Eine Systematik existiert bislang nicht und hier wird empfohlen eine solche zu erarbeiten.

Arbeitsgruppe: Graphische Symbole

In der Arbeitsgruppe war es das Ziel, die Vorarbeiten für eine Standardisierung grafischer logistischer Symbole (Logistic Icons) zu leisten. Im Arbeitspaket 2.4 sind vielfältige Symbole zur Ergänzung der Visualisierungen entstanden. Diese wurden von der Arbeitsgruppe aufgegriffen und bewertet.

Empfehlung	Beschreibung
Logistic Icons	Die grafischen Symbole ermöglichen eine schnelle Kommunikation von aktuellen Gegebenheiten. Eine Definition von Logistik Icons ist heutzutage nicht verfügbar. Mit der Verbreitung eines visuellen Logistikmanagements ist die Verwendung von Logistic Icons angeraten, um hier eine schnelle Erfassung durch den Menschen zu unterstützen.

2.6.3 AP 6.3: Aufbau Demonstrationssystem IML-Showroom

Zielsetzung

Das Ziel von Arbeitspaket 6.3 lag in der nachhaltigen Demonstration der erarbeiteten VILOMA-Lösungen bzw. relevanter Teillösungen nach Abschluss des Forschungsprojektes. Um dies zu gewährleisten, ist es geplant in den Versuchshallen des Fraunhofer IML eine entsprechende Demonstrationssystem aufzubauen, welche zukünftig Interessierten am IML zugänglich gemacht wird.

Methodik

Um dem Ziel gerecht zu werden, gilt es die Projektergebnisse unter besonderer Berücksichtigung der verwendeten Technikkomponenten darzustellen. Zur Veranschaulichung der Projektergebnisse wurde eine Präsentation erarbeitet sowie ein prototypisches Demonstrationsszenario konzipiert und umgesetzt. Die Unterlage sowie die Datenanzeigen wurden zunächst mit den Technologiepartnern abgestimmt und anschließend den Partnern präsentiert.

Ergebnisse

Das Demonstrationssystem sowie die Präsentationsunterlage dienen der Darstellung von:

- Projektmotivation und Projektziele
- Erkenntnisse aus dem Ansatz der Entwicklung und Erprobung kollaborativer Maßnahmen
- Methoden und Bausteine des Visual Logistics Management sowie
- Vorstellung der Projektpartner

Auf der CeMAT 2016, die unter dem Leitthema „Smart Supply Chain Solutions“ stattfand, wurde das Demonstrationssystem erstmalig interessierten Besuchern vorgestellt. An den vier Messe-

tagen wurden das Demonstrationssystem sowie die Präsentation zum Projekt auf dem Gemeinschaftsstand des Fraunhofer IML gezeigt. Neben dem Fraunhofer IML war ebenso die prismat mit einem Messestand vertreten, an dem die Ergebnisse von VILOMA diskutiert wurden.

Das Demonstrationssystem ist nunmehr permanent am Fraunhofer IML zu besichtigen. In dem Virtual Reality Lab Supply Chain Management des Bereichs Unternehmenslogistik steht das Demonstrationssystem Interessierten zur Information zur Verfügung (Abbildung 28).



Abbildung 28: Eindrücke aus dem VR-SCM LAB am Fraunhofer IML

2.7 AP PM: Projektmanagement und -controlling

2.7.1 AP PM1: Projektplanung, -steuerung und Kontrolle

Zielsetzung

Alle Projektpartner sollen bestmöglich in das Forschungsprojekt eingebunden werden. Das hierfür eingeplante Arbeitspaket PM1 soll für einen effizienteren Ressourceneinsatz und eine zielgerichtete Projektbearbeitung aller Konsortialpartner sorgen.

Methodik

Für die Steuerung des Projekts wurden diverse Formulare wie Planungsformulare der Arbeitspakete und Statusberichte verwendet, welche dann in einem Projektmonitor konsolidiert dargestellt wurden. Für jedes Arbeitspaket wurden Formulare mit den spezifischen Anforderungen und der Zielsetzung erstellt, um den Fortschritt zu dokumentieren. Um den Gesamtprojektfortschritt überwachen zu können, fand alle zwei Wochen eine Telefonkonferenz mit allen Konsortialpartnern statt, hierbei ging es einerseits um die terminliche Einhaltung der Arbeitspakete und andererseits Austausch diverser anderer Themen.

Zur weiteren Abstimmung der Arbeitsinhalte und Überwachung der Arbeitspakete bzw. des Projektfortschritts fanden regelmäßige Abstimmungen in Form von Telefonkonferenzen der beteiligten Konsortialpartner statt. Weitere Themen aus dem Projektleitungskreis wurden mit den Projektleitern der Konsortialpartnern abgestimmt.

Ergebnisse

Insbesondere die Einteilung des Projekts in mehrere Meilensteine, sorgt für eine strukturierte und effizientere Abarbeitung der benannten Aufgaben. Durch das Setzen von Meilensteinen, wurden während des Projektverlaufs Fortschritte sichtbar und diese aktiv an die Konsortialpartner kommuniziert.

Als weiteres Werkzeug zur Kontrolle des Projektfortschritts wurde der Projektmonitor genutzt, um einen besseren Überblick über die einzelnen Arbeitspakete bzw. über den Gesamtverlauf des Projekts zu erhalten. Siehe hierzu Abbildung 29.

Projektplan	VILOMA	Beteiligte (V = erledigt, X = offen)	Fortschritts-grad	Status	Zeitpunkt IST	2013												2014																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
						07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Forschungsprojekt VILOMA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

Abbildung 29: Projektmonitor VILOMA

Der Projektmonitor stellt in jeder Spalte den Fortschritt eines Arbeitspakets dar. Weiter wird der betroffene Verantwortliche des Pakets genannt und die beteiligten Konsortialpartner aufgeführt, welche ebenfalls im Paket beteiligt sind. Für den Projektstatus wird der Fertigstellungsgrad in Prozent, der Status wie „In Bearbeitung“ oder „Erledigt“ und der Istzeitpunkt gesetzt. Um den Projektverlauf der Arbeitspakete besser visuell darzustellen, wurden die Planung gemäß Projektantrag, aktives Arbeitspaket, Verzögerter Start des Arbeitspakets und Verzögertes Ende des Arbeitspakets als Status gesetzt, siehe Abbildung 24. Der grüne Kreis mit Haken stellt den Abschluss des Arbeitspakets dar.

Fraunhofer unterstützte die Arbeiten zum Projektmanagement auf strategischer und operativer Ebene.

2.7.2 AP PM2: Projektkommunikation & Administration Infrastruktur

Zielsetzung

Durch den hohen Abstimmungsaufwand bedingt durch die Anzahl der am Forschungsprojekt teilnehmenden Partner, bestand eine der Herausforderungen in der Kommunikation und dem

Informationsaustausch während des Projekts, weshalb das Arbeitspaket PM2 hierfür eingeplant wurde. Alle Konsortialpartner wurden permanent über den Verlauf der einzelnen Arbeitspakete und die und dessen Zieldefinition informiert.

Methodik

Im Projektverlauf gab es verschiedene Abstimmungen unter den Konsortialpartnern:

- Telefonkonferenzen
- Webkonferenzen
- Projekttreffen
- Steuerkreistreffen
- Workshops und Kick-off Veranstaltungen

Fraunhofer beteiligte sich an den Abstimmungstreffen und unterstützte im Weiteren erforderliche administrative Arbeiten. Nach jeder Abstimmung erfolgte eine Protokollierung der besprochenen Inhalte, welche dann zur Übersicht an die einzelnen Konsortialpartner verteilt wurden. Die Onlineplattform „eRoom“ von Volkswagen diente als Grundlage für den Datenaustausch, siehe Abbildung 30.

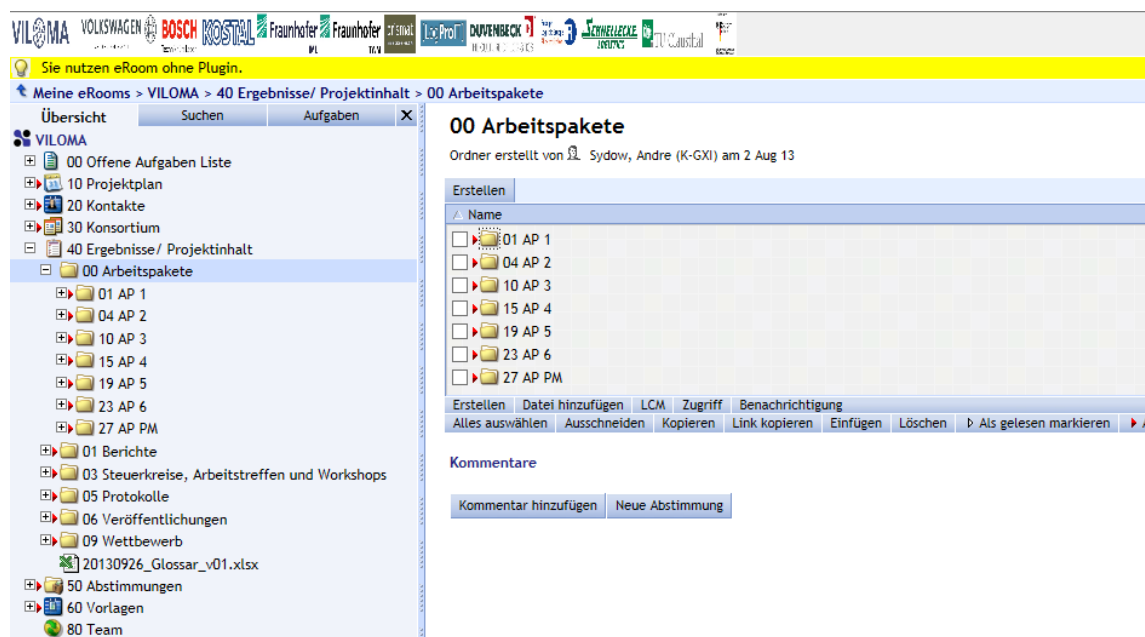
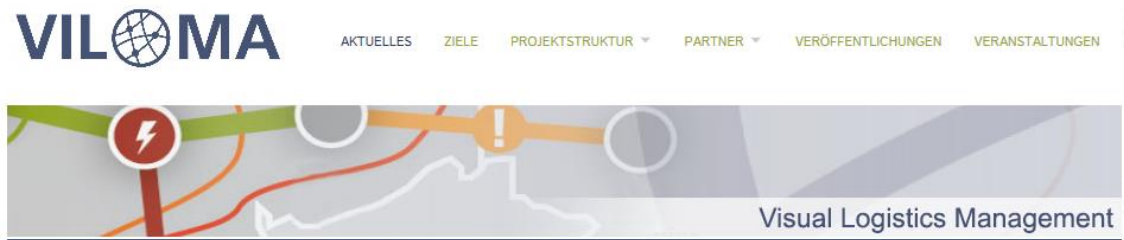


Abbildung 30: Auszug „eRoom“

Um auch mit der Öffentlichkeit Informationen über den Projektverlauf zu teilen, wurde der Name VILOMA lizenziert und eine Domain www.viloma.de erstellt. Hier werden alle relevanten Informationen zum Projekt veröffentlicht.



AKTUELLES

Das Forschungsprojekt VILOMA wurde am 30. Juni 2016 erfolgreich abgeschlossen. Die Abschlussveranstaltung fand am 22. Juni am Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML) in Dortmund statt.



Abbildung 31: Website <http://www.visuallogisticsmanagement.de>

In der Praxis gab es bereits Anfragen und Rückmeldungen von nicht am Konsortium beteiligten Unternehmen, die über die Homepage auf VILOMA und seine innovativen Ansätze aufmerksam geworden sind.

Ergebnisse

Es ist unerlässlich ein transparentes Projektmanagement bei einem Konsortium dieser Größe und Heterogenität einzusetzen. Durch den permanenten Informationsaustausch auch über die einzelnen Arbeitsgruppen hinaus war stets gewährleistet, dass alle Partner denselben Stand haben und auch die Arbeitsergebnisse der einzelnen Gruppen in die Arbeit der anderen einfließen konnten. Nur dadurch konnte ein in sich stimmiges Bild über beide Use Cases und über alle Arbeitspakete hinweg entstehen und gemeinsame Monitore entwickelt werden.

3 Eingehende Darstellung

3.1 Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Im Rahmen des Projektes fielen auf Seiten der Fraunhofer-Gesellschaft nahezu ausschließlich Personal- und Reisekosten an. Die Personalkosten verteilten sich im Wesentlichen auf wissenschaftliche Mitarbeiter und wissenschaftliche Hilfskräfte. Die Personalkosten fielen vor allem für die Anforderungserhebung, die Methodenentwicklung – insbesondere die Entwicklung von Modellkonzepten zur Simulation und Prognose intralogistischer und transportlogistischer Ereignisse und Informationen im Supply Chain Kontext – sowie der Technologieentwicklung an. Darüber hinaus erfolgte die Wissensverbreitung durch schriftliche Veröffentlichungen sowie Projekt- und Ergebnispräsentationen auf Veranstaltungen und Konferenzen. Sowohl für projektinterne Abstimmungs- und Arbeitstreffen als auch für die Wissensverbreitung fielen Reisekosten an, die durch das beantragte Reisebudget abgedeckt wurden.

Die veranschlagten Projektkosten sind damit weitestgehend wie geplant angefallen. Eine leichte Überbuchung der Personalmittel konnte mit einer Einsparung von Reisemitteln und Sachmitteln ausgeglichen werden.

3.2 Notwendigkeit und Angemessenheit

Die Zusammenarbeit im Rahmen des Verbundforschungsprojektes VILOMA – Visuelles Logistikmanagement wurde motiviert durch die wachsenden Anforderungen denen produzierende Unternehmen in global orientierten Netzwerken gegenüber stehen. Aktuelle Trends wie Globalisierung erfordern ein hohes Maß an Kollaborationsfähigkeit von den einzelnen Partnern, um die Produktions-/Transport-/Montageprozesse optimal aufeinander abzustimmen bzw. die Fähigkeit ganzheitliche Entscheidungen zu treffen – hier mit Blick auf den Trend Ressourceneffizienz. Hierzu sind neue Methoden und Werkzeuge bereitzustellen, welche die Unternehmen zur kollaborativen Zusammenarbeit befähigen.

Um die Ziele des Vorhabens zu erreichen, war eine Forschung auf mehreren unterschiedlichen Ebenen erforderlich:

- **Datenintegration:** Um Prozesse ganzheitlich zu planen und zu steuern, ist zunächst eine Integration der verschiedenen Datenquellen der verschiedenen Parteien zu erreichen. Neben technischen Fragestellungen zu Datenübertragung und Haltung adressiert dieser Aspekt Fragen der Datenstandardisierung, Harmonisierung und Sicherheit.
- **Informationsfilterung:** Um die Datenflut, die durch den vermehrten Einsatz von Auto-ID-Technologien resultiert, beherrschbar zu machen, ist eine sinnvolle Datenaggregation bzw. Disaggregation erforderlich, um schnell die relevanten Informationen zu identifizieren und den Planenden bereitzustellen.
- **Methodenintegration:** Die Vorausschau der zukünftigen Entwicklung in den Netzwerken besitzt zunehmend Relevanz, um proaktiv Risiken zu vermeiden, z. B. frühzeitiger Versand zusätzlicher Behälter bei Versorgungsrisiken, und damit Kosten zu reduzieren. Geeignete Methoden der Vorausschau gibt es für die verschiedenen Logistikebenen (Supply Chain, Intralogistik) ebenso wie für unterschiedliche Untersuchungszwecke (Simulation, Prognose). Erst eine Modellintegration ermöglicht die ganzheitliche Betrachtung in dem Netzwerk und Vermeidung von isolierten Betrachtungen.

- **Visualisierung:** Neben der Filterung relevanter Informationen, ist die zielgruppenspezifische, intuitive Bereitstellung der Informationen elementar für ein frühzeitige Erkennen und Reagieren in kritischen Situationen. Erst die Kenntnis der verschiedenen Sichten auf ein Problem sowie Erkenntnisse der Wahrnehmungspsychologie, ermöglicht es die Daten in der Art aufzubereiten, dass die Arbeit der Planenden bestmöglich unterstützt wird.

Der Anspruch die beschriebenen Ergebnisse branchenweit nutzbar zu entwickeln, machte es erforderlich, Partner aus verschiedenen Ebenen der Supply Chain und unterschiedlichen Branchen in die Entwicklungsaufgabe zu involvieren. Hier waren Kompetenzen aus den verschiedenen adressierten Bereichen wie Simulation und Prognose, Supply Chain Management und Intralogistik, IT-Entwicklung und (Web-)Oberflächenentwicklung sowie mehrere reale Anwendungsfälle erforderlich, um der Frage im beschriebenen Umfang nachzugehen. Eine alleinige Durchführung des Projektes durch einen der Industrie-, Forschungs- oder Entwicklungspartner schloss sich aus. Die Durchführung des Projektes war für alle Partner mit hohen Aufwänden verbunden. Ein derartiges Vorhaben war nur unter den Rahmenbedingungen der geförderten Forschung möglich.

Die beantragten Mittel zur Durchführung der Arbeiten waren mehr als angemessen. Der hohe Umsetzungsanspruch im Projektkonsortium in Verbindung mit zeitlichen Verzögerungen stellte die IT-Experten vor große Herausforderungen. In der Folge wurden die Arbeiten stark parallelisiert, mit der Konsequenz häufiger Abstimmungsschleifen und Korrekturen im Projektverlauf, um geänderte Anforderungen zu berücksichtigen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Durchführung des Projektes als Verbundforschungsvorhaben der Aufgabenstellung, den Potentialen und den Risiken gerecht wird. Die aufwandsseitige Zielerreichung mit den verfügbaren Ressourcen war aufgrund der hohen Anforderungen an die Entwicklung eine herausfordernde Aufgabe, der sich das Projektteam gemeinschaftlich gestellt hat, um die Ziele final erfolgreich zu erreichen.

3.3 Nutzen und Verwertung

Aus Sicht der projektbeteiligten Fraunhofer-Institute IML und ITWM hat das Projekt mehrfachen Nutzen, sowohl im Hinblick auf die entwickelten Methoden als auch aus der Zusammenarbeit mit den Industriepartnern im Konsortium.

Visuell unterstützte, unternehmensübergreifende Steuerung logistischer Prozesse ist noch nicht durchgängig in der Praxis realisiert. Die fortschreitende Digitalisierung der Wirtschaft wird hier jedoch zunehmend dafür sorgen, dass Unternehmen ihre Prozesse integrieren und ihre Daten für Koordinationszwecke austauschen. Hier wurden mit dem Projekt VILOMA Methoden entwickelt, die für Integrationsprojekte vielfältige Ansatzpunkte darstellen. Dies betrifft sowohl die Visualisierung von logistischen unternehmensübergreifenden Lagebildern, als auch die Bereitstellung von darauf aufbauenden Assistenzfunktionen. In jedem Integrationsprojekt muss auf die konkrete Ausgestaltung dieser Systembausteine eine Antwort gefunden werden, und die VILOMA-Ergebnisse bieten dafür vielfältige Ansatzpunkte.

Um der Datenfülle eines logistischen Lagebildes gerecht zu werden, genügt eine einfache Datenanzeige nicht aus. Vielmehr müssen verschiedene Datenaggregationsebenen in einer Benutzersitzung verfügbar sein, als auch die automatisierte Berechnung von Auswirkungen möglicher

dispositiver Maßnahmen. Hier bieten die in VILOMA entwickelten Methoden von IML und ITWM wesentliche Ansätze. Die Unterstützung operativer Dispositionsprozesse mit analytischen Methoden wie Simulation und Prognose ist bei weitem kein Standard und wurde mit VILOMA in zwei konkreten Use cases prototypisch umgesetzt. Damit wurden Grundlagen für die weitere Digitalisierung logistischer Prozesse erforscht und Ansätze aufgezeigt, worauf zu achten sein wird, und wie konkrete Lösungen gestaltet werden können.

Die Zusammenarbeit mit den Industriepartnern war für diese Methodenentwicklung besonders nützlich. Es konnte ein vertieftes Verständnis für die Anforderungen hinsichtlich des Einsatzes von analytischen Verfahren und visueller Entscheidungsunterstützung in realen Supply Chains entwickelt werden. Ideen, die aus wissenschaftlicher Sicht sehr relevant und überzeugend wirken, werden von in der Praxis tätigen Disponenten nicht immer sofort wertgeschätzt. Das Thema „grafische Darstellung“, „logistische Wetterkarte“ versus „tabellarische Anzeige“ bewerten Disponenten zum Teil anders, als der Aspekt der intuitiven Datenverständlichkeit es nahelegen würde.

Die Herausforderungen der Datenintegration (administrativ, logisch und technisch) in VILOMA haben aufgezeigt, dass die datengestützte, unternehmensübergreifende Koordination von Supply Chains nach wie vor kein einfaches Unterfangen ist. Der Use case-Ansatz des Projektes, dies anhand von Fallstudien (Engpassmanagement, Behälterversorgung) zu erproben und zu verifizieren, hat deutlich gemacht, dass ein zu abstraktes Integrationsmodell in der Praxis nicht funktioniert. Der Nutzen von VILOMA ist, dass die Kernpunkte sichtbar geworden sind, und exemplarisch adressiert werden konnten, die so oder in ähnlicher Form in jedem Projekt mit dem Ansatz der Supply Chain Koordination einhergehen müssen. Somit konnte VILOMA die Herausforderungen einer Digitalisierung ganzer Lieferketten aufzeigen, und Ansätze für Antworten generieren.

Für IML und ITWM resultieren mehrere Verwertungsperspektiven aus VILOMA. Zunächst konnten die erzielten wissenschaftlichen Erkenntnisse in einer Reihe von Publikationen dargestellt werden. Außerdem fließen sie in die Ausbildung von Studenten, insbesondere Graduierungsarbeiten ein.

Forschungsprojekte der Institute, die von den VILOMA-Ergebnissen profitieren werden, weil sie sich mit verwandten Fragestellungen beschäftigen, sind das Projekt „Industrial Data Space“ (Grundlagen für ein unternehmensübergreifendes, sicheres und wirtschaftliches Datennetz der nationalen Wirtschaft) und HealthFaCT (Logistische Prozesse in der Gesundheitsversorgung, vor allem im ländlichen Raum).

Auch die Verwertung von Projektergebnissen in Kooperationsprojekten mit Partnern aus der Wirtschaft ist für Fraunhofer ein wesentlicher Verwertungsaspekt. Das ITWM arbeitet mit einem namhaften Unternehmen der Prozessindustrie bei der Entwicklung von DataScience-Methoden in Verfahrenstechnik und Prozessführung zusammen. Derzeit wird eine Big-Data-Datenbank (Hadoop) auf einem Clusterrechner aufgesetzt, um ähnlich wie es mit der SAP HANA Datenbank in VILOMA exemplarisch umgesetzt wurde, die analytischen Fähigkeiten solcher Datenbanken direkt auf den Rohdaten aus den Unternehmensprozessen einzusetzen.

3.4 Fortschritt auf dem Gebiet

Die Projektergebnisse von VILOMA bedeuten aus Sicht der Institute IML und ITWM einige Fortschritte auf dem Gebiet der visuellen und datengestützten Entscheidungsunterstützung im Umfeld von Lieferketten.

Im dispositiv-operativen Kontext werden Simulation und Prognose noch wenig eingesetzt. Es überwiegt die Erfahrungs-basierte Entscheidungsfindung der Disponenten, die sich vor allem von einem genaueren Einblick in die Daten, auch der Supply Chain-Partner, eine bessere Entscheidungsgrundlage erwarten. Mehr Daten bedeutet aber auch mehr kognitive Anforderung, diese Daten zu sichten, zu bewerten und in die Entscheidungsfindung einzubeziehen. Deshalb ist es folgerichtig, mit den Daten auch passende Simulations- und Prognosemodelle bereitzustellen, um aus den Daten die entscheidungsrelevanten Informationen Algorithmen-gestützt zu ermitteln. Hierzu hat der VILOMA-Prototyp anhand der umgesetzten Use Cases eine Realisierungsmöglichkeit aufgezeigt. Die Methodenentwicklung im Projekt konnte nur aufgrund der Vorarbeiten und der Expertise der Institute im Umfeld logistischer Simulation und datengestützter mathematischer Prognoseverfahren mit den schließlich erzielten Ergebnissen umgesetzt werden.

Ein wesentlicher Baustein dabei war die Entwicklung eines Verständnisses der Dynamik der adressierten Lieferkettenprozesse. Neben der klassischen Methode der Experteninterviews wurde nachgewiesen, dass analytische Methoden des Data Science hierbei erhebliche Vorteile mit sich bringen. Die Erhebung der Dynamik eines logistischen Prozesses aus der datengetriebenen Generierung eines Unternehmens-übergreifenden nicht-statischen Lagebildes ist nur im Zusammenspiel von Daten, Data Science-Expertise und entsprechenden Softwaretools zu leisten. Diese in VILOMA erfolgreich umgesetzte Erhebung der „Mechanik“ logistischer Prozesse ist für die Digitalisierung der Wirtschaft unverzichtbar. Nur mit einem solchen methodischen Ansatz können die wachsenden Datenbestände aus den Unternehmensprozessen effektiv und effizient zur Steigerung der Performance dieser Prozesse eingesetzt werden.

Dies betrifft auch die Kopplung der entsprechenden Modelle. Nicht nur die Daten-Hierarchie eines Unternehmens muss Drill-Through von den Unternehmenskennzahlen bis auf die operative oder sogar technische Ebene der Prozesse erlauben, dies tritt in gleicher Weise auf die in die Zukunft gerichteten Simulations- und Prognosemodelle zu. Insofern ist der Beitrag des IML in der Verknüpfung der Simulationsmodelle für die Supply Chain-Ebene (OTD-NET) mit der intralogistischen Ebene (OTD-InSite) ein wichtiger methodischer Beitrag, der aus dem Projekt VILOMA resultiert.

Schließlich gilt es, die durch Streuung bedingte Unsicherheit in der Interpretation von Daten hinsichtlich der Prognose zukünftiger Prozesszustände zu beherrschen. Deterministische, auf Mittelwerten basierende Prognosen sind in hohem Maße fehleranfällig und führen in den meisten Fällen zu sub-optimalen Entscheidungen oder lassen drohende Probleme nicht rechtzeitig erkennen. Daher ist die stochastische Modellierung und Analyse von Behälterkreisläufen, die vom ITWM im Projekt anhand der Spezialbehälter für den iBooster umgesetzt wurde, ein relevanter methodischer Beitrag von VILOMA. Behälterprozesse sind als Kreislauf organisiert und stellen damit eine Erweiterung der Perspektive weg von der üblichen down-stream orientierten Betrachtungsweise des Materialflusses in Supply Chains dar. Im Hinblick auf eine Organisation

der Wirtschaft hin zu geschlossenen Materialkreisläufen einer „green economy“ ist das Denken in Kreisläufen von Produkten und Materialien essentiell. Die Erkenntnisse aus VILOMA weisen auch in dieser Hinsicht über den konkret untersuchten Behälterkreislauf aus dem Automotive-Bereich hinaus.

3.5 Veröffentlichungen

Jahr	Veröffentlichung	Kategorie
2013	Beißert, Ulrike: Unterstützung der Logistikplanung durch intuitiv verständliche und zielgruppenspezifische Informationsvisualisierung, Jahresbericht Fraunhofer IML, S.90-91, 2013	Jahresbericht
2014	Sardesai, Saskia; Sydow, André; Hinrichs-Stark, Wilko; Beißert, Ulrike; Motta, Marco: Visuelles Logistikmanagement – Branchenuntersuchung zur Informationsvisualisierung. 19. Magdeburger Logistiktage „Sichere und nachhaltige Logistik“ 2014 : Tagungsband im Rahmen der IFF-Wissenschaftstage, 25. Juni – 26. Juni 2014. Hülsmann, Stephan; Schmidt, Michael; Drost, Stefan; Terharen, André: Visual Logistics Management (VILOMA). Material Handling: MH 9 (2014), Das Jahrbuch für Materialfluss und Logistik, S.137-139 ISSN: 1661-4275.	Konferenzbeitrag Fachzeitschrift
2015	Schröder, Michael; Jami, Neil; Beißert, Ulrike; Motta, Marco: Konzeptionierung eines integrierten, modellbasierten Ansatzes zur Prognose von transportlogistischen und intralogistischen Ereignissen in Logistiknetzwerken, Tagungsband der 16. ASIM Fachtagung Simulation in Produktion und Logistik, 23.-25.09.2015, Dortmund, 2015 Beißert, Ulrike; Motta, Marco: Unterstützung der Logistikplanung durch intuitiv verständliche und zielgruppenspezifische Informationsvisualisierung am Beispiel des Behältermanagements, Jahrbuch der Logistik 2015, S. 126-130 Sardesai, Saskia; Kamphues, Josef; Hegmanns, Tobias: Simulation-based concept for increasing robustness in distribution networks, 22nd EurOMA Conference, Operations Management for Sustainable Competitiveness	Konferenzbeitrag Buchbeitrag Konferenzbeitrag
2016	Jami, Neil; Schröder, Michael; Küfer, Karl-Heinz: A model and polynomial algorithm for purchasing and repositoring returnable containers; 7th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics (MCPL 2016) , Bremen, Germany, February 22 – 24, 2016	Konferenzbeitrag

Quellen

- [ADI11] ADiWa: URL <http://www.adiwa.net/> - Abrufdatum: 13.07.2012
- [AIK08] Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K. (Hrsg.): Handbuch Logistik. Springer Verlag, Heidelberg, 2008.
- [B2M12] SoKnos: URL: <http://www.b2m-software.de/index.php/de/forschung/abgeschlosseneforschungsprojekte/soknos> - Abrufdatum: 09.08.2012.
- [BEC08] Becker, T.: Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren. 2. Aufl. Springer, Berlin/ Heidelberg, 2008.
- [BK04] Bretzke, W.-R.; Klett, M.: Supply Chain Event Management als Entwicklungspotenzial für Logistikdienstleister. In: Beckmann, H.: Supply Chain Management – Strategien und Entwicklungstendenzen in Spitzenunternehmen. Springer, Berlin, 2004, S. 145-160.
- [BRO96] Brooke, John: SUS: A quick and dirty usability scale. 1996.
- [BSK02] Bretzke, W.-R.; Stölzle, W.; Karrer M.: Vom Tracking & Tracing zum Supply Chain Event Management - aktueller Stand und Trends. Studie der KPMG Consulting AG, 2002, pp. 2, URL: http://logistics.de/downloads/ee/09/i_file_45313/Studie%20TT_SCEM.pdf - Abrufdatum: 22.11.2011
- [FIS09] Fischer, S.: Entwicklung eines Referenzmodells zur Entscheidungsunterstützung im reaktiven Störungsmanagement in KMU. Dissertation, TU Dortmund, Fakultät Maschinenbau, 2009.
- [FK08] Feige, D.; Klaus, P.: Modellbasierte Entscheidungsunterstützung in der Logistik, Stand: 15. Dezember 2007. DVV Media Group Dt. Verkehrs-Verl., Hamburg, 2008.
- [GEI10] Geis: Neue ISO 9241-210 „Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher Systeme“ ersetzt die ISO 13407. ProContext Consulting GmbH. Online verfügbar unter <http://www.procontext.com/aktuelles/2010/03/iso-9241210-prozess-zur-entwicklung-gebrauchstauglicher-interaktiver-systeme-veroeffentlicht.html>, zuletzt aktualisiert am 03.03.2010.
- [GH10] Günthner, W.; ten Hompel, M.: Internet der Dinge in der Intralogistik. Springer-Verlag, Berlin, 2010.
- [HH07] ten Hompel, M.; Hellingrath, B.: IT & Forecasting in der Supply Chain. In: Wimmer, T.; Bobel, T.: Effizienz – Verantwortung – Erfolg. Dt. Verkehrs-Verlag, Hamburg, 2007, S. 281-310.

- [HSB06] Heusler, F.; Stölzle, W.; Bachmann, H.: Supply Chain Event Management - Grundlagen, Funktionen und potenzielle Akteure. In WiSt, Heft 1, 2006, S. 19 - 24.
- [HT11a] Hegmanns, T; Toth, M.: Echtzeitsteuerung im Netzwerk. In: OEM und Lieferant, Heft 2, 2011, pp. 142 – 143.
- [HT11b] Hegmanns, T; Toth, M.: RFID-based Real-time Decision Support in Supply Chains. Proceedings of the 10th International Conference on Modeling and Applied Simulation, Rom, Italien, 2011.
- [HTH08] Hellingrath, B., Toth, M.; Hegmanns, T.; Maaß, C.: Prozesse in Logistiknetzwerken – Supply Chain Management. In: Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmanns, K.: Handbuch Logistik, 3. neu bearb. Auflage, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2008, S. 481.
- [HUN05] Hunewald, C.: Supply Chain Event Management - Anforderungen und Potentiale am Beispiel der Automobileindustrie. Deutscher Universitäts-Verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2005.
- [IEC08] Ijioui, R.; Emmerich, H.; Ceyr, M.: Strategies and Tactics in Supply Chain Event Management. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 2008.
- [INK12] InKoRisk: URL <http://inkorisk.research4.eu/> - Abrufdatum: 02.08.2012.
- [INT11] InTerTrans: URL <http://www.in-ter-trans.eu/> - Abrufdatum: 23.07.2012
- [KAR03] Karrer, M.: Supply Chain Event Management - Impulse zur ereignisorientierten Steuerung von Supply Chains. In: Dangelmaier, W.; Gajewski, T.; Kösters, C.: Innovationen im E-Business, Verlag ALB-HNI-Verlagsschriftenreihe, Paderborn, 2003, S.187 - 198.
- [KLI09] Klingebiel, K.: Entwurf eines Referenzmodells für Built-to-order-Konzepte in Logistiknetzwerken der Automobilindustrie. Verl. Praxiswissen, Dortmund, 2009.
- [KTW08] Kuhn, A.; Toth, M.; Wagenitz, A.; Hüninghake, K.-H.; Deiseroth, J.: Simulationsbasierte Assistenzsysteme für die effektive Planung globaler Lieferketten. Beitrag zum Forschungsseminar OTDAssist, Dortmund, 2008.
- [KW07] Kuhn, A.; Wenzel, S.: Simulation logistischer Systeme. In: Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmanns, K.: Handbuch Logistik. 3., neu bearb. Springer Verlag, Berlin, 2007, S. 73–94.
- [ÖFA01] Österle, H.; Fleisch, E.; Alt, R.: Business Networking in der Praxis. Springer Verlag, Heidelberg, 2001, S. 245.

- [OTT03] Otto, A.: Supply Chain Event Management. Three Perspectives. In: The International Journal of Logistics Management, Vol 14, Nr. 2, 2003, pp. 1 - 13
- [NIS02] Nissen, V.: Supply Chain Event Management. In: Wirtschaftsinformatik, Heft 5, 2002, pp. 477 - 480.
- [RAN11] RAN - RFID-Based Automotive Network: URL <http://www.auran.de/> - Abrufdatum: 22.11.2011.
- [RHS09] Reiche, F.; Hofstetter, J. S.; Stölzle, W.: Ereignisorientierte Steuerung von Lieferketten - Nutzen, aktueller Stand der Nutzung und Potenziale. Cuvillier, Göttingen, 2009.
- [RHW11] Reeker, C.; Hellingrath, B.; Wagenitz, A.: Bewertungsansatz zur ökologischen Gestaltung automobiler Logistiksysteme im Werksumfeld von Produktionsstandorten. In: Bogaschewsky, R.; Eßig, M.; Lasch, R.; Stölzle, W.: Supply Management Research. Gabler, Wiesbaden, 2011, S. 139-168.
- [SAP13] SAP AG : Planning Your SAP HANA System Landscape, Präsentation, 2011.
- [SBF08] Scholz-Reiter, B.; Beer, C.; Freitag, M.; Hamann, T.; Rekersbrink, H.; Tervo, J. T.: Dynamik logistischer Systeme. In: Nyhuis, P.: Beiträge zu einer Theorie der Logistik. Springer, Berlin, 2008, S. 109–138.
- [SEI09] Seidel, T.: Ein Vorgehensmodell des softwareunterstützten Supply-chain-Design. Verlag Praxiswissen, Dortmund, 2009.
- [SJB15] Schröder, M.; Jami, N.; Beißert, U.; Motta, M., „Konzeptionierung eines integrierten modellbasierten Ansatzes zur Prognose von transportlogistischen und intralogistischen Ereignissen in Logistiknetzwerken“, in: Simulation in Production and Logistics 2015, M. Rabe and U. Clausen (eds.), Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2015.
- [SOF09] Software AG: Effiziente Lieferketten mit Business Activity Monitoring (BAM) https://www.softwareag.com/de/images/SAG_BAM_B2B_WP_G_May09_tcm17-45856.pdf - Abrufdatum: 09.08.2012
- [STB08] Statistisches Bundesamt DESTATIS. (20.02.2008). Gliederung der Klassifikation der Wirtschaftszweige. Wiesbaden.
- [TOT00] Totok, A.: Modellierung von OLAP und Data Warehousesystemen, Gabler, Wiesbaden, 2000.
- [VDI00] VDI-Richtlinie 3633 – Simulation Von Logistik-, Materialfluß- und Produktionssystemen. VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik, 2000.

- [VDI04] VDI-Richtlinie 4400 – Kennzahlen für die Produktion. VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik, 2004.

- [WILD10] Wildemann, H.: Event Management in der Supply Chain - Leitfaden zur Steuerung geplanter und zufälliger Ereignisse entlang der Supply Chain. 4. Auflage, München : TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, 2010.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN -	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht	
3. Titel Abschlussbericht zum Verbundprojekt VILOMA (Visual Logistics Management)		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Ulrike Beißert (Fraunhofer IML), Michael Schröder (Fraunhofer ITWM)	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2016	
	6. Veröffentlichungsdatum 31.12.2016	
	7. Form der Publikation Bericht	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Fraunhofer IML, Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4, 44227 Dortmund	9. Ber. Nr. Durchführende Institution -	
	10. Förderkennzeichen 19G13003D	
	11. Seitenzahl 86	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 53107 Bonn	13. Literaturangaben 40	
	14. Tabellen 10	
	15. Abbildungen 31	
16. Zusätzliche Angaben -		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) -		
18. Kurzfassung Eine maßgebliche Herausforderung für Logistikmanager ist es, ortsungebunden die richtigen Entscheidungen in begrenzter Zeit auf der Basis vorhandener Daten zu treffen. Aufgrund steigender Datenfülle bei gleichzeitig fehlenden Methoden zur netzwerkweiten Optimierung gestaltet sich dies zunehmend schwieriger. Um diese Herausforderung zu bewältigen, ist es das Ziel von VILOMA Logistikmanagern die relevanten Daten schnell zugänglich zu machen und geeignete Instrumente bereitzustellen, die Entscheidungen auf Basis ganzheitlicher Betrachtungen ermöglichen. Die konzeptionellen Arbeiten an einem VILOMA-System wurden im Forschungsprojekt anwendungsfallorientiert vorangetrieben. Im Fokus der Betrachtungen stehen die Anwendungsfälle Engpassmanagement/ Liefersynchronisation und Behältermanagement. In den Anwendungsszenarien wurden die spezifischen Anforderungen der Partner gesammelt, unter Verwendung mathematischer Prognosen und simulationsgestützter Verfahren wurden geeignete Modelle zur Zustandsbewertung der Lieferkette entwickelt, sowie ein umfassendes Portfolio an Informationsvisualisierungen konzeptionell entwickelt, die den aktuellen Zustand sowie zukünftige Entwicklungen schnell und intuitiv erfassen lassen. Im Rahmen von VILOMA wurde ein unternehmensübergreifendes Logistisches Assistenzsystem (LAS) umgesetzt mit einer SAP HANA-Datenbank als zentralem Datenspeicher und betriebsbegleitend getestet.		
19. Schlagwörter Supply Chain Management, Entscheidungsunterstützung, Simulation, Prognose, Visual Decision Support		
20. Verlag -	21. Preis -	

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN -	2. type of document (e.g. report, publication) Report
3. title Abschlussbericht zum Verbundprojekt VILOMA (Visual Logistics Management)	
4. author(s) (family name, first name(s)) Ulrike Beißert (Fraunhofer IML), Michael Schröder (Fraunhofer ITWM))	5. end of project 30.06.2016
	6. publication date 31.12.2016
	7. form of publication Report
8. performing organization(s) (name, address) Fraunhofer IML, Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4, 44227 Dortmund	9. originator's report no. -
	10. reference no. 19G13003D
	11. no. of pages 86
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 53107 Bonn	13. no. of references 40
	14. no. of tables 10
	15. no. of figures 31
16. supplementary notes -	
17. presented at (title, place, date) -	
18. abstract A key challenge for logistics managers is to make the right decisions in a limited time based on existing data. This is becoming more and more complex because of the increasing volume of data and lack of methods for network-wide optimization. To meet this challenge, VILOMA's goal is to provide logistics managers with fast access to relevant data and to provide the right tools to allow decisions based on a holistic consideration. Within the research project VILOMA the conceptual work on a VILOMA system was performed application-oriented. The applications of bottleneck management and container management are focussed. In the Use Case scenarios, the specific requirements of the partners were collected, appropriate mathematical forecasts and simulation-based procedures and models were developed allowing a condition assessment of the supply chain, as well as a comprehensive portfolio of information visualization conceptually designed to quickly and intuitively capture the current state and future developments. Within the scope of VILOMA, a company-wide Logistics Assistance System (LAS) was implemented with an SAP HANA database as a central data store and tested during operation.	
19. keywords Supply Chain Management, Visual Decision Support, Simulation, Prognosis, Reporting, Visualization	
20. publisher -	21. price -