

PREPAREDNET

**Agentenbasierte Simulation und Erforschung eines
Notfallkonzeptes zum Schutz von sensiblen Logistikknoten**

Teilvorhaben:

**Agentenbasierte Simulation komplexer Logistiksysteme, Notfall- und
Schulungskonzepte**

im Rahmen der Forschungsinitiative

**„Forschung für die zivile Sicherheit –
Sicherung der Warenketten“**

des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

Individueller Schlussbericht des Teilvorhabens des Instituts für Seeverkehrswirtschaft
und Logistik (ISL):

Förderkennzeichen:

13N11133

Projektlaufzeit: 01.06.2010 – 31.08.2013

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL)

Bremen, den 28. November 2013

Zuwendungsempfänger:

Administrative Projektleitung / Projektbüro:

Univ. Prof. Dr. Hans-Dietrich Haasis

Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

Universitätsallee 11-13

28359 Bremen

Telefon: +49 (0) 421 220 96 – 0

Telefax: +49 (0) 421 220 96 – 55

www.isl.org

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN -	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Individueller Schlussbericht
3. Titel PreparedNET Agentenbasierte Simulation komplexer Logistiksysteme, Notfall- und Schulungskonzepte	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Barz, Andreas / Prof. Dr. Haasis, Hans-Dietrich / Kille, Guido / Klein, Oliver / Dr. Landwehr, Thomas / Mackenthun, Feliks / Meyer, Joachim / Dr. Nobel, Thomas / Schwarz, Lydia / Prof. Dr. Wildebrand, Hendrik / Wunsch, Axel	5. Abschlussdatum des Vorhabens August 2013
	6. Veröffentlichungsdatum -
	7. Form der Publikation -
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) Universitätsallee 11-13 28359 Bremen	9. Ber. Nr. Durchführende Institution 1406
	10. Förderkennzeichen 13N11133
	11. Seitenzahl 120
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 77
	14. Tabellen 0
	15. Abbildungen 39
16. Zusätzliche Angaben -	

17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
-	
18. Kurzfassung	
<p>In der logistischen Infrastruktur Deutschlands übernehmen Güterverkehrszentren (GVZ) als Logistikknoten wichtige Aufgaben bei der Warenversorgung. In einem GVZ werden unterschiedliche Verkehrsträger (z.B. Straße, Schiene) und Akteure zusammengeführt und vernetzt. Zu den Akteuren zählen z.B. Speditionen, Lagerbetreiber, Dienstleistungsbetriebe und logistikintensive Industrie- und Handelsbetriebe. Die daraus resultierende Komplexität wird durch wachsende Volumenströme und Variantenvielfalt der Güter erhöht. Bei einem Schadenseintritt kann es regional, national und sogar international zu Produktionsausfällen und zu Versorgungsengpässen für die Industrie, den Handel und die Bevölkerung kommen.</p> <p>Das dem Vorhaben „PreparedNET: Agentenbasierte Simulation und Erforschung eines Notfallkonzeptes zum Schutz von sensiblen Logistikknoten“ zugrunde liegende Sicherheitsszenario geht von einer Störung eines GVZ durch terroristische Handlungen sowie durch allgemeine unvorhersehbare Schadensereignisse aus. Das Ziel des Verbundvorhabens PreparedNET unter Führung des Instituts für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) in Bremen bestand in der Erforschung eines Notfallkonzeptes zur bestmöglichen Aufrechterhaltung der Warenflüsse auch im Falle einer erheblichen Störung basierend auf der sogenannten Multiagententechnologie. Das System ermöglicht nicht nur die notwendigen Prozessanpassungen, sondern zeigt auch Wiederherstellungsmaßnahmen auf, die die Folgen eines Störfalles so rasch wie möglich kompensieren können. Diese dynamische Reaktion zur Überwindung von Versorgungsengpässen kann von derzeitigen starren, oft unzureichenden GVZ-Notfallplänen nicht geleistet werden.</p> <p>Durch die Einbindung der Feuerwehr Bremen, der Deutschen GVZ Gesellschaft sowie verschiedener GVZ Akteure wie beispielsweise die ACOS Group, die ITL Eisenbahngesellschaft mbH und die Heinrich Langhorst GmbH & Co. KG als Endnutzer wurden die Anwenderanforderungen sowie eine realitätsnahe Ausrichtung der Forschungsarbeiten als auch eine breitenwirksame Ergebnisvermittlung stets berücksichtigt. In dem Vorhaben wurden zudem ein Schulungskonzept für GVZ-Akteure und eine DIN Spezifikation erarbeitet. Auf diese Weise werden die gewonnenen Erkenntnisse auch über das Projekt hinaus einem großen Anwenderkreis näher gebracht.</p> <p>Parallel zur Projektlaufzeit und darüber hinaus erfolgten und erfolgen die Kommunikation und der Transfer der Projektergebnisse in die Wissenschaft über Ergebnispräsentationen auf wissenschaftlichen Tagungen, durch Publikationen, durch Vorlesungen an Universitäten und Fachhochschulen. Zudem wurden und werden Thesis- und Dissertationsarbeiten einbezogen sowie Messepräsentationen durchgeführt, auf denen insbesondere der Softwaredemonstrator vorgestellt wurde und wird.</p> <p>Neben dem ISL als Konsortialführer waren das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN), die LUB Consulting GmbH, die Emons Spedition GmbH, die Hochschule Furtwangen (HFU) sowie die GVZ Entwicklungsgesellschaft Bremen mbH Projektpartner. Assoziierte Partner waren die Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH (DGG), die GVZ Entwicklungsgesellschaft Dresden mbH und die Berufsfeuerwehr Bremen.</p> <p>Zusammengefasst versetzt PreparedNET Unternehmen in die Lage, die verbliebenen Transport-, Umschlags- und Handlingkapazitäten im Schadensfall innerhalb der Logistikagglomeration dynamisch so zu planen und zu steuern, dass die Belieferung ihrer Kunden trotz Störung zu gewährleisten ist. PreparedNET ist dabei problemlos auf neue Logistikagglomerationen erweiter- sowie übertragbar und kann durch die Steigerung der Robustheit innerhalb logistischer Ketten für diese zu einem entscheidenden Standortvorteil werden.</p>	
19. Schlagwörter	
Notfallmanagement, Künstliche Intelligenz, Multiagententechnologie, Güterverkehrszentren, Agentenbasierte Simulation, Schulungskonzept	
20. Verlag	21. Preis
-	-

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN -	2. type of document (e.g. report, publication) Individual final report
3. title PreparedNET Agent-based simulation and exploration of an emergency concept for the protection of sensitive logistics hubs	
4. author(s) (family name, first name(s)) Barz, Andreas / Prof. Dr. Haasis, Hans-Dietrich / Kille, Guido / Klein, Oliver / Dr. Landwehr, Thomas / Mackenthun, Feliks / Meyer, Joachim / Dr. Nobel, Thomas / Schwarz, Lydia / Prof. Dr. Wildebrand, Hendrik / Wunsch, Axel	5. end of project August 2013
	6. publication date -
	7. form of publication -
8. performing organization(s) (name, address) Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL) Universitaetsallee 11 - 13 28359 Bremen	9. originator's report no. 1406
	10. reference no. 13N11133
	11. no. of pages 120
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references 77
	14. no. of tables 0
	15. no. of figures 39
16. supplementary notes -	

17. presented at (title, place, date)	
-	
18. abstract	
<p>In the logistic infrastructure of Germany, freight villages take on important tasks as a logistics hub in the supply of goods. In a freight village different modes of transport (e.g. road, rail) and actors are brought together and are integrated with each other. Among the actors, there are for example freight forwarders, warehouse operators, service companies and logistics-intensive industrial and commercial establishments. The resulting complexity is raised by increasing flow rates and variety of goods. A case of damage can lead to regional, national and even international production losses and shortages for industry, trade and population.</p> <p>The underlying security scenario of the project "PreparedNET: Agent-based simulation and exploration of an emergency concept for the protection of sensitive logistics hubs" led by the Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL) assumes a disturbance of a freight village by terrorist acts as well as general damages by unforeseen incidents. The goal of PreparedNET was to explore an emergency concept to best possibly maintain the flow of goods in case of a serious disturbance. In this case an emergency operation plan should act immediately, based on a so-called multi-agent technology. The technology allows not only the necessary process adjustments, but also shows recovery measures that are able to compensate the consequences of an incident as quickly as possible. This dynamic reaction concerning supply bottlenecks in freight villages cannot be achieved by current emergency plans which are often inadequate and rigid.</p> <p>By integrating the Bremen fire brigade, the Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH (DGG) and different freight village actors like the ACOS Group, the ITL Eisenbahngesellschaft mbH and the Heinrich Langhorst GmbH & Co. KG as end-users, the consideration of user requirements is ensured. Furthermore the integration of the different end-users achieved a realistic alignment of the research as well as a broad-based mediation of the results. In addition, during the project a training concept for freight village actors and a DIN specification were developed. Thus, the cognisance can be brought to a large group of users beyond PreparedNET.</p> <p>During and beyond the project period the results were and are communicated and transferred to the scientific community by presentations of scientific conferences, publications as well as lectures at universities and universities for applied sciences. In addition (doctoral) theses were and are written in this context. During exhibition appearances the results were presented as well, especially the software demonstrator.</p> <p>In addition to the lead manager ISL, project partners were the German Institute for Standardization (DIN), the LUB Consulting GmbH, Emons Spedition GmbH, Furtwangen University (HFU) and the GVZ Entwicklungsgesellschaft Bremen mbH. Associated partners were the Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH (DGG), the GVZ Entwicklungsgesellschaft Dresden mbH and the Bremen Fire brigade.</p> <p>In sum, PreparedNET enables companies within a logistic-agglomeration to dynamically plan and control the remaining transport-transshipment- and handling-capacities in case of an unforeseen incident. Despite of an incident the supply of the customers is ensured. PreparedNET can be easily expanded and transferred to other logistic agglomerations. By increasing the robustness within logistic chains through PreparedNET this will lead to a key advantage of location.</p>	
19. keywords	
emergency management, artificial intelligence, multi-agent technology freight villages, agent-based simulation, training concept	
20. publisher	21. price
-	-

Vorwort

In der logistischen Infrastruktur Deutschlands übernehmen Güterverkehrszentren (GVZ) als Logistikknoten wichtige Aufgaben bei der Warenversorgung. In einem GVZ werden unterschiedliche Verkehrsträger (z. B. Straße, Schiene) und Akteure zusammengeführt und vernetzt. Zu den Akteuren zählen z. B. Speditionen, Lagerbetreiber, Dienstleistungsbetriebe und logistikintensive Industrie- und Handelsbetriebe. Die daraus resultierende Komplexität wird durch wachsende Volumenströme und Variantenvielfalt der Güter erhöht. Bei einem Schadensereignis kann es regional, national und sogar international zu Produktionsausfällen und zu Versorgungsengpässen für die Industrie, den Handel und die Bevölkerung kommen.

Das dem Vorhaben **„PreparedNET: Agentenbasierte Simulation und Erforschung eines Notfallkonzeptes zum Schutz von sensiblen Logistikknoten“** zugrunde liegende Sicherheitsszenario geht von einer Störung eines GVZ durch terroristische Handlungen sowie durch allgemeine unvorhersehbare Schadensereignisse aus. Das Ziel des Verbundvorhabens PreparedNET unter Führung des Instituts für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) in Bremen bestand in der Erforschung eines Notfallkonzeptes zur bestmöglichen Aufrechterhaltung der Warenflüsse auch im Falle einer erheblichen Störung basierend auf der sogenannten Multiagententechnologie. Das System ermöglicht nicht nur die notwendigen Prozessanpassungen, sondern zeigt auch Wiederherstellungsmaßnahmen auf, die die Folgen eines Störfalles so rasch wie möglich kompensieren können. Diese dynamische Reaktion zur Überwindung von Versorgungsengpässen kann von derzeitigen starren, oft unzureichenden GVZ-Notfallplänen nicht geleistet werden.

Durch die Einbindung der Feuerwehr Bremen, der Deutschen GVZ Gesellschaft sowie verschiedener GVZ Akteure wie beispielsweise die ACOS Group, die ITL Eisenbahngesellschaft mbH und die Heinrich Langhorst GmbH & Co. KG als Endnutzer wurden die Anwenderanforderungen sowie eine realitätsnahe Ausrichtung der Forschungsarbeiten als auch eine breitenwirksame Ergebnisvermittlung stets berücksichtigt. In dem Vorhaben wurden zudem ein Schulungskonzept für GVZ-Akteure und eine DIN Spezifikation erarbeitet. Auf diese Weise werden die gewonnenen Erkenntnisse auch über das Projekt hinaus einem großen Anwenderkreis näher gebracht.

Parallel zur Projektlaufzeit und darüber hinaus erfolgten und erfolgen die Kommunikation und der Transfer der Projektergebnisse in die Wissenschaft über Ergebnispräsentationen auf wissenschaftlichen Tagungen, durch Publikationen, durch Vorlesungen an Universitäten und Fachhochschulen. Zudem wurden und werden Thesis- und Dissertationsarbeiten einbezogen sowie Messepräsentationen durchgeführt, auf denen insbesondere der Softwaredemonstrator vorgestellt wurde und wird.

Neben dem ISL als Konsortialführer waren das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN), die LUB Consulting GmbH, die Emons Spedition GmbH, die Hochschule Furtwangen (HFU) sowie die GVZ Entwicklungsgesellschaft Bremen mbH Projektpartner. Assoziierte Partner waren die Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH (DGG), die GVZ Entwicklungsgesellschaft Dresden mbH und die Berufsfeuerwehr Bremen.

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Zeitraum Juni 2010 - August 2013 im nationalen Sicherheitsforschungsprogramm (Forschung für die zivile Sicherheit – Sicherung der Warenketten) erfolgreich gefördert. Projektträger war die VDI Technologiezentrum GmbH. Für die stets konstruktive und erfolgreiche Zusammenarbeit gilt unser besonderer Dank insbesondere Herrn Eckhart Curtius (BMBF), Frau Dr. Sandra Muhle, Frau Ewelina Alberti sowie Herrn Dr. Jan Christopher Brandt (VDI Technologiezentrum GmbH) und außerdem natürlich unseren Projektpartnern.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitende Kurzdarstellung nach Anlage 2 zur Nr. 8.2 NKBF	1
1.1 Kurzvorstellung des Instituts für Seeverkehrswirtschaft und Logistik	1
1.2 Aufgabenstellung und Voraussetzungen	2
1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens	8
1.4 Stand der Wissenschaft und Technik	10
1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	17
2 Eingehende Darstellung der Zuwendungsverwendung und der erzielten Ergebnisse sowie Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele nach Anlage 2 zur Nr. 8.2 NKBF 98	19
2.1 AP 100 IST-Analyse GVZ	19
2.1.1 AP 110 Identifikation der Güter- und Informationsflüsse des GVZ Bremen und Festlegung der zu sammelnden Daten	19
2.1.2 AP 120 Datensammlung und Aufbereitung	20
2.1.3 AP 130 Auswahl eines geeigneten Modellierungswerkzeugs und Abbildung der Prozesse im GVZ Bremen	24
2.1.4 AP 140 Modellbestätigung	25
2.1.5 AP 150 Systemanalyse GVZ Dresden	26
2.1.6 AP 160 Modellierung und Modellbestätigung GVZ Dresden	27
2.2 AP 200 Referenzmodellierung eines GVZ-Prozessmodells	28
2.2.1 AP 210 Anforderungsanalyse	28
2.2.2 AP 220 Strukturierung der Prozessebenen	28
2.2.3 AP 240 Modellierung der relevanten primären und sekundären GVZ-Prozesse	29
2.2.4 AP 250 Bestätigung der Modelle	29

2.3	AP 300 Identifikation und Risikobewertung potenzieller Schadensszenarien	
	30	
2.3.1	AP 310 Auswahl potenzieller Anschlagziele	30
2.3.2	AP 320 Bewertung des Ausmaßes eines möglichen Schadenseintritts	32
2.3.3	AP 330 Szenariobeschreibung	36
2.4	AP 400 Agentenbasierte Modellierung	38
2.4.1	AP 410 Konzeption des Agentensystems	38
2.4.2	AP 420 Konzeption der Kommunikation und der Schnittstellen	40
2.4.3	AP 430 Konzeption und Implementierung des Simulationskerns	41
2.4.4	AP 440 Bestätigung des Teilmodells	42
2.5	AP 500 Erforschung und Konfiguration des agentenbasierten Simulationsmodells	44
2.5.1	AP 510 Modellbildung für den GVZ-Verbund	44
2.5.2	AP 520 Einbindung der Agentenlogik	45
2.5.3	AP 530 Kopplungsbedingte Modellanpassungen	46
2.5.4	AP 540 Validierung und Verifikation	51
2.6	AP 600 Simulationsexperimente	52
2.6.1	AP 610 Durchführung von Simulationsläufen	52
2.6.2	AP 620 Parametrisierung	53
2.6.3	AP 630 Leistungstest	54
2.6.4	AP 640 Evaluation der Szenarien	54
2.7	AP 700 Interimskonzept und MAS-Fachkonzept	59
2.7.1	AP 710 Konfiguration von Notfallprozessbeschreibungen	59
2.7.2	AP 720 Anforderungsermittlung Datenmodell	61
2.7.3	AP 730 Erforschung/Konfiguration MAS-Fachkonzept für GVZ	62
2.8	AP 800 Konfiguration MAS-Demonstrator/Implementierung bei Testnutzern/Testläufe	65
2.8.1	AP 810 Anpassung MAS-Fachkonzept auf Testnutzer	66

2.8.2	AP 820 Modellierung und Programmierung	67
2.8.3	AP 830 Implementierung im Praxisumfeld	67
2.8.4	AP 840 Tests	67
2.8.5	AP 850 Ergebnisauswertung	68
2.9	AP 900 Konfiguration Schulungskonzept	72
2.9.1	AP 910 Zielgruppenanalyse	72
2.9.2	AP 920 Bestandsaufnahme und Analyse bestehender Schulungskonzepte	72
2.9.3	AP 930 Konfiguration des Schulungsmaterials	73
2.9.4	AP 940 Dokumentation des Schulungsmaterials	73
2.9.5	AP 950 Exemplarische Umsetzung und Feedbackprozess	73
2.10	AP 1000 Rechtliche Perspektive	74
2.10.1	AP 1010 Bestandsaufnahme und Analyse rechtlicher Vorschriften, Strukturen und Normbeziehungen	76
2.10.1.1	Eingrenzung der rechtlichen Ebene	76
2.10.1.2	Vorgehensweise zur Erfassung rechtlicher Vorschriften, Strukturen und Normbeziehungen	77
2.10.2	AP 1020 Abgleich Interimskonzept mit rechtlichen Rahmenbedingungen	80
2.10.3	AP 1030 Handlungsempfehlungen zur Vermeidung rechtlicher Konflikte	81
2.11	AP 1100 DIN SPEC (Erweiterung ISO 28000)	83
2.11.1	AP 1110 Vorbereitende Arbeiten und Bestandsaufnahme	83
2.11.2	AP 1120 Analyse des Standardisierungspotentials, Festlegung Gegenstand und Anwendungsbereich	84
2.11.3	AP 1130 Erstellung einer DIN-Spezifikation	87
2.12	AP 1200 Transfer und Diffusion	89
2.12.1	AP 1210 Begleitkreisworkshops	89
2.12.2	AP 1220 Auswahl weiterer geeigneter Testnutzer	90

2.12.3	AP 1230 Projektpräsentation auf Fachtagungen	90
2.12.4	AP 1240 Publikationen	92
2.12.5	AP 1250 Messepräsentationen	93
2.13	AP 1300 Evaluation alternativer Methoden/Verfahren	95
2.13.1	AP 1310 Identifikation alternativer Methoden/Verfahren	96
2.13.2	AP 1320 Analyse und Diskussion alternativer Methoden/Verfahren	96
2.13.2.1	ARIS	96
2.13.2.2	MRP II	97
2.13.2.3	System Dynamics	97
2.13.2.4	Entscheidungsfindung zur angewandten Methodik	98
Literaturverzeichnis		i
Internetquellenverzeichnis		vi

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grobe Skizze der zu analysierenden GVZ-Strukturen und Prozesse	5
Abbildung 2: Grobe Skizze der Inhalte des Agentenbasierten Modells	6
Abbildung 3: Balkenplan des Vorhabens	9
Abbildung 4: Fläche des GVZ Bremen	21
Abbildung 5: Erweiterte Systemen grenzen GVZ Bremen (in Anlehnung an bremenports)	21
Abbildung 6: Vertragsbeziehungen im Kombinierten Ladungsverkehr	23
Abbildung 7: KV-Terminalleitstand des GVZ Dresden	26
Abbildung 8: Kritische Punkte im GVZ Bremen (in Anlehnung an bremenports)	31
Abbildung 9: Bilder der Störungen bzw. Unfälle innerhalb der Projektlaufzeit	34
Abbildung 10: Zeitungsberichte zu den Störungen bzw. Unfällen innerhalb der Projektlaufzeit	35
Abbildung 11: Schadensanalyse	36
Abbildung 12: Beispiel für ein Sequenzdiagramm – Ausfall des KV-Terminals	37
Abbildung 13: GVZ Rollenmodell	39
Abbildung 14: FIPA-ContractNet-Protokoll	40
Abbildung 15: Beispiel einer Nachricht an das MAS	41
Abbildung 16: Web-Anwendung	42
Abbildung 17: Testumgebung	43
Abbildung 18: Beispiel Tagesgang	45
Abbildung 19: Ausschnitt aus der Schnittstellen-Definition	47
Abbildung 20: Bestandteile der Benutzeroberfläche	48
Abbildung 21: Eingabemaske für ein Notfallszenario	49
Abbildung 22: Broadcast-Prinzip	50
Abbildung 23: Nachrichtenaustausch zwischen zwei Nutzern	50
Abbildung 24: 135 Simulationsläufe	53
Abbildung 25: Simulationslauf 100	55
Abbildung 26: Angebot-Nachfrage Vergleich und Modal Split für Simulationslauf 100	56
Abbildung 27: Ex-Post Evaluation für Simulationslauf 100	56
Abbildung 28: Anzahl wartender Fahrzeuge ohne Störung	57
Abbildung 29: Anzahl wartender Fahrzeuge mit Störung	58
Abbildung 30: Anzahl der wartenden Fahrzeuge mit MAS-Einsatz	58

Abbildung 31: Struktur des Interimskonzepts	60
Abbildung 32: Erster Entwurf der Weboberfläche des MAS	63
Abbildung 33: Übersicht der Verhandlungen des MAS	64
Abbildung 34: Zeitplan für Arbeitspaket 800	65
Abbildung 35: Alte (oben) und überarbeitete Benutzeroberfläche (unten)	70
Abbildung 36: Ebenen der Gesetze	76
Abbildung 37: Grobebene des nationalen Gesetzgebungsrahmens	77
Abbildung 38: Muster Matrix zur Erfassung von Gesetzen	79
Abbildung 39: Titelblatt DIN SPEC 91291	88

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
ARIS	Architektur integrierte Informationssysteme
BAB	Bundesautobahn
BEVVG	Bundeseisenbahnverkehrsverwaltungsgesetz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
DGG	Deutsche GVZ Gesellschaft
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DIN SPEC	DIN Spezifikation
DIN-Norm	Deutsche Industrie-Norm
DSL	Deutscher Speditions- und Logistikverband
EBA	Eisenbahnbundesamt
EDI	Electronic Data Interchange
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
EUB	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FIPA	Foundation for Intelligent Physical Agents
FMEA	Fehler-Möglichkeiten-Einfluss-Analyse
FTP	File Transfer Protocol
FuE	Forschung und Entwicklung
GBV	Gemeinsamer Bibliotheksverbund
GG	Grundgesetz
GNU LGPL	GNU Lesser General Public License
GVZ	Güterverkehrszentrum
GVZ-E	Güterverkehrszentrum-Entwicklungsgesellschaft
GVZ-E DD	GVZ-Entwicklungsgesellschaft Dresden mbH
GVZ-E HB	GVZ-Entwicklungsgesellschaft Bremen mbH
HFU	Hochschule Furtwangen
IBIT	Universitätsbibliothek Oldenburg
ISL	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik
ISO	Internationale Organisation für Normung
ISPS-Code	International Ship and Port Facility Security Code
IT	Information technology
ITL	Internationale Transportlogistik Dresden
IuK	Information und Kommunikation
JADE-Framework	Java Agent Development-Framework

KEP(-Dienste)	Kurier, Express und Paket(-dienste)
KLV	Kombinierter Ladungsverkehr
KV	Kombinierter Verkehr
LUB	LUB Consulting GmbH
MAS	Multiagentensystem
MRP I	Material Requirement Planning
MRP II	Manufacturing Resource Planning
OR	Operations Research
PAS	Publicly Available Specification
PPS-System	Produktionsplanungs- und Steuerungssystem
SCOR	Supply Chain Operations Reference
SD	System Dynamics
THW	Technisches Hilfswerk
TIB	Technische Informationsbibliothek
UML	Unified Modeling Language
VerkLG	Verkehrsleistungsgesetz
XML	Extensible Markup Language
YAML-CSS-Framework	Yet Another Multicolumn Layout-Cascading Style Sheets-Framework

1 Einleitende Kurzdarstellung nach Anlage 2 zur Nr. 8.2 NKBF

1.1 Kurzvorstellung des Instituts für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

Das **Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik** ist seit fast 60 Jahren eines der führenden europäischen maritimen Forschungs- und Beratungsinstitute. Es bietet an der Schnittstelle von Forschung und Anwendung ein breites Spektrum an FuE-Dienstleistungen und wissenschaftlichem Consulting an. In drei Abteilungen - Logistische Systeme, Maritime Wirtschaft und Verkehr, sowie Informationslogistik - arbeiten an den Standorten Bremen und Bremerhaven mehr als 50 Spezialisten in interdisziplinären Projektteams an praxisnahen Vorhaben. Projektpartner sind Unternehmen der maritimen Wirtschaft, Handels-, Produktions- und Logistikunternehmen ebenso wie EU, Bund, Länder und Kommunen. Die Kernkompetenzen liegen hinsichtlich des Projektes PreparedNET insbesondere in der Konfiguration synergetischer Netzwerke, etwa für logistische Netzwerke und Supply Chains. Diese Schwerpunkte werden auch hinsichtlich eines e/m-Business orientierten Managements von Wertschöpfungsketten und der Bewertung eines ressourceneffizienten Wirtschaftens in der logistischen Kette weiter vertieft. Weiterhin im Anbieten kompetenter Dienstleistungen, Produkte und innovativer Forschung durch Studien und FuE-Projekte im Bereich der Informations- und Simulationstechnologien in der Transportwirtschaft durch Kombination aus fachspezifischem Wissen um die Geschäftsprozesse in Transport und Logistik, effizientem Projektmanagement und aktuellem Know-how im Bereich der Informationstechnologien. Hierbei liegen die Schwerpunkte insbesondere in der Vernetzung von IT-Systemen entlang der Transportkette auf der Basis von EDI und XML inkl. eBusiness-Funktionalitäten, Multiagentensystemen, IT-Systemen für Auftragsverwaltung, Disposition, Monitoring und Abrechnung für unterschiedliche Verkehrsträger, Web-basierten Anwendungen, z. B. für Tracking & Tracing und Tarifabfragen, Einsatz quantitativer Methoden (OR und Simulation) zur Planungsunterstützung und Optimierung logistischer Prozesse. Ausgewählte Projekte behandeln u. a. die Planung und Überwachung intermodaler Transportketten (z. B. durch ein aktives Event Management, u. a. auf der Basis von Multiagentensystemen, als Wachhund der gesamten Kette). Insbesondere beschäftigt sich das Kompetenzzentrum "**Optimierung und Simulation**" mit der Entwicklung von Werkzeugen und der Durchführung von Consultingprojekten für die

Bereiche Produktionsnetzwerke, Häfen, intermodale Bahnterminals und Umschlaganlagen. Beispiele sind Simulationen von Güterströmen in multimodalen Netzen, Verkehrswege-Simulation zur Engpassvermeidung, Methoden und Werkzeuge zur Kapazitätsplanung von Terminals, Modelle zur Optimierung von Hafenanlaufstrategien sowie die zugehörige mathematische Optimierung und animierte 3D-Visualisierung logistischer Prozesse.

1.2 Aufgabenstellung und Voraussetzungen

Seit Anfang der 90iger Jahre wurde die Güterverkehrszentren (GVZ)-Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland flächendeckend erfolgreich forciert.¹ Heute existieren auf dem Bundesgebiet 34 GVZ. Insbesondere das GVZ Bremen stellt den Benchmark zur GVZ-Entwicklung auf nationaler, europäischer (etwa Minsk, Athen, Kernten) und globaler Ebene (etwa Chengdu, New York) dar. Ein GVZ zeichnet sich insbesondere durch folgende charakteristische Merkmale aus:²

- Verkehrsfunktion (logistische Drehscheibe): Transport- und Umschlagsknotenpunkt zwischen regionalen und überregionalen Verkehrsnetzen eingebettet in ein nationales (deutsches) und internationales (europäisches) GVZ-Netzwerk.
- Die Ansiedlung verkehrswirtschaftlicher Betriebe, logistischer Dienstleister (etwa Speditionen und KEP), logistikintensiver Industrie- und Handelsunternehmen als auch die Einrichtung eines Zolls. Hierdurch wird ein Angebot vollständiger, hochwertiger logistischer Dienstleistungen wie etwa Warenumschlag, Kommissionierung oder Value-Added-Services an einem Ort und aus einer Hand geboten.
- Die Anbindung an mindestens zwei Verkehrsträger, insbesondere Straße, Schiene aber auch Binnenwasserstraße (in der Regel durch ein KLV-Terminal).

GVZ tragen maßgeblich zur Sicherstellung der Warenflüsse auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene bei und stellen eine wesentliche Voraussetzung für kontinuierliches Wirtschaftswachstum und damit für den gesellschaftlichen Wohlstand dar.

¹ Vgl. Nobel, T (2004).

² Vgl. Eckstein, W. E. (2001).

Aufgrund der bedeutenden Funktion von Güterverkehrszentren und insbesondere aufgrund der zahlreichen multipel miteinander vernetzten vor- und nachgelagerten Supply Chains, die sich in dieser logistischen Infrastruktur auf „geringer“ Fläche konzentrieren und hier dieselben Verkehrsträger und technischen Infrastrukturen nutzen, gelangen GVZ zwangsläufig ins Visier terroristischer Anschläge.³ Diese hätten etwa durch Zerstörung der Verkehrsträger und/oder der technischen Infrastrukturen das Ziel, die Warenzu- und -abflüsse kurz-, mittel- und langfristig zu unterbrechen. Hierdurch wären die Versorgung von Handels- und Industrieunternehmen sowie die der Endkunden als dem GVZ direkt oder indirekt nachgelagerte Supply Chain-Akteure nicht zu gewährleisten. Dieses führt regional, national und international zu Produktionsausfällen und zu Versorgungsengpässen seitens Industrie, Handel und Bevölkerung.

Es existieren keine bzw. keine dem hier vorgeschlagenen Projektziel vergleichbaren Maßnahmen bzw. Konzepte zur Aufrechterhaltung eines Notbetriebs in GVZ nach terroristischen Anschlägen oder anderen unvorhergesehenen Störfällen.

Vor diesem Hintergrund bestand das Ziel des Projektes PreparedNET in der Erforschung, Konfiguration und exemplarischen Implementierung eines Notfallkonzeptes (Interimskonzept) zur Initiierung und Aufrechterhaltung der Warenflüsse nach terroristischen Anschlägen oder sonstigen unvorhergesehenen Schadensereignissen am Beispiel des GVZ Bremen in Kooperation mit dem GVZ Dresden. Dieses Konzept dient der flexiblen Koordination zwischen betroffenen GVZ-Akteuren im Sinne einer partizipativen, dynamischen Planung und Steuerung schadensspezifisch verbleibender Transport-, Umschlags- und Handling-Kapazitäten innerhalb geschädigter GVZ und unter Berücksichtigung GVZ-übergreifender Kooperationen.

Basierend auf dem Forschungs- und Entwicklungsansatz der „Agentenbasierten Modellierung“ wurden die Schadensfälle simuliert, um die dynamisch anzupassenden Organisationsstrukturen, Problemlösungsstrategien, Kooperations- und Koordinationsstrategien und damit das Entscheidungsverhalten betroffener GVZ-Akteure einschließlich der Berufsfeuerwehr als Rettungskraft szenarienspezifisch zu konfigurieren. Neben dem hieraus konfigurierten Schulungskonzept mit GVZ-

³ Vgl. <http://news.feed-reader.net/46136-bka.html>: News des Bundeskriminalamtes vom 31.01.2009, Zugriff am 01.02.2009.

Referenzcharakter wurde ein darauf basierendes hybrides softwarebasiertes Multiagentensystem zur automatisierten Entscheidungsunterstützung der GVZ-Akteure am Beispiel ausgewählter GVZ-Praxispartner exemplarisch als Demonstrator erforscht, konfiguriert, implementiert und szenarienspezifisch getestet.

Durch die Betrachtung der rechtlichen Perspektive zur harmonischen Integration des Interimskonzepts in bestehende gesetzliche Rahmenwerke auf Landes-, Bundes- und internationaler Ebene sowie durch die Erstellung der DIN SPEC 91291 (Titel: Notfallkonzept für sensible Logistikagglomerationen – Konfiguration, Simulation und Implementierung) als Beitrag zur nationalen und internationalen Standardisierung des zu konfigurierenden Notfallkonzeptes konnte insgesamt die Akzeptanz und damit der beabsichtigte Transfer der Lösung beschleunigt werden.

Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele des ISL:

Die folgenden Ausführungen dienen der Transparenz sowie dem grundsätzlichen Verstehen der wissenschaftlichen und technischen ISL-Arbeitsziele eingebettet in das Gesamtvorhaben. Zusätzlich sei an dieser Stelle auf Kapitel 1.3 und auf die detaillierten Darstellungen in Kapitel 2 verwiesen.

Wie Abbildung 1 zeigt, verfolgte das ISL in Zusammenarbeit mit der GVZ-E HB zunächst das wissenschaftliche Ziel der Analyse und Modellierung eines GVZ-Referenzmodells bestehend aus Lieferketten, GVZ-Akteuren, deren Organisationsstrukturen und zugehöriger intra- sowie interorganisationaler Informations- und Warenflüsse. Gleichermaßen erfolgten die Analyse der vorhandenen Verkehrsinfrastrukturen sowie der logistischen Infrastrukturen der repräsentativen GVZ Bremen und Dresden mit anschließender Validierung des GVZ-Referenzmodells.

Zudem wirkten das ISL und sein Unterauftragnehmer, die Güterverkehrszentrum Entwicklungsgesellschaft mbH (kurz: GVZ-E HB), im Rahmen des Arbeitspaketes 200 bei der Referenzmodellierung eines GVZ-Prozessmodells unter Federführung der Hochschule Furtwangen (kurz: HFU) wesentlich mit. Die Identifikation und Risikobewertung potenzieller Schadensszenarien basierend auf terroristischen Anschlägen oder sonstigen unvorhergesehenen Schadensereignissen innerhalb deutscher GVZ-Strukturen stellten ein weiteres wesentliches wissenschaftliches Arbeitsziel des ISL als Voraussetzung für die weitergehenden Projektarbeiten dar. Da

derartige Überlegungen zumindest für GVZ-Infrastrukturen bisher nicht existierten, leisteten die Ergebnisse einen direkten Beitrag für die Sicherheitsforschung der Bundesregierung.

Die Agentenbasierte Modellierung stellte aus wissenschaftlich-technischer Perspektive einen wesentlichen Meilenstein des Verbundprojektes dar und wurde ausschließlich durch das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik erforscht und konfiguriert.

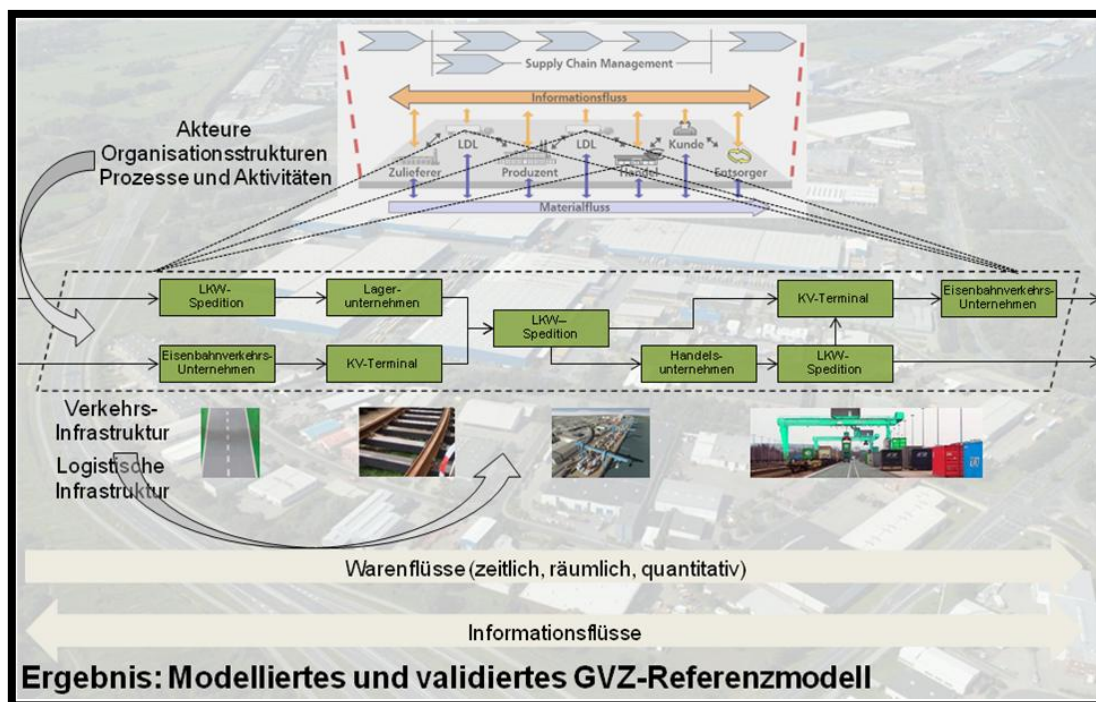


Abbildung 1: Grobe Skizze der zu analysierenden GVZ-Strukturen und Prozesse

Abbildung 2 zeigt grob die Inhalte des agentenbasierten Modells sowie den Input aus anderen Arbeitspaketen zu dessen Konfiguration. Mit dem agentenbasierten Modell wurden die dynamisch anzupassenden Organisationsstrukturen, Problemlösungsstrategien, Kooperations- und Koordinationsstrategien und damit das Entscheidungsverhalten betroffener GVZ-Akteure einschließlich der Akteure des Rettungsdienstes nach terroristischen Anschlägen und sonstigen Schadenereignissen konfiguriert.

Im Rahmen der Erforschung und Konfiguration eines agentenbasierten Simulationsmodells wirkte das ISL unter der Federführung der Hochschule Furtwangen mit. Hierbei bestand aus Sicht des ISL das wissenschaftlich-technische

Arbeitsziel in der Verknüpfung des agentenbasierten Modells mit dem Simulationsmodul der Hochschule Furtwangen (siehe Abbildung 2).

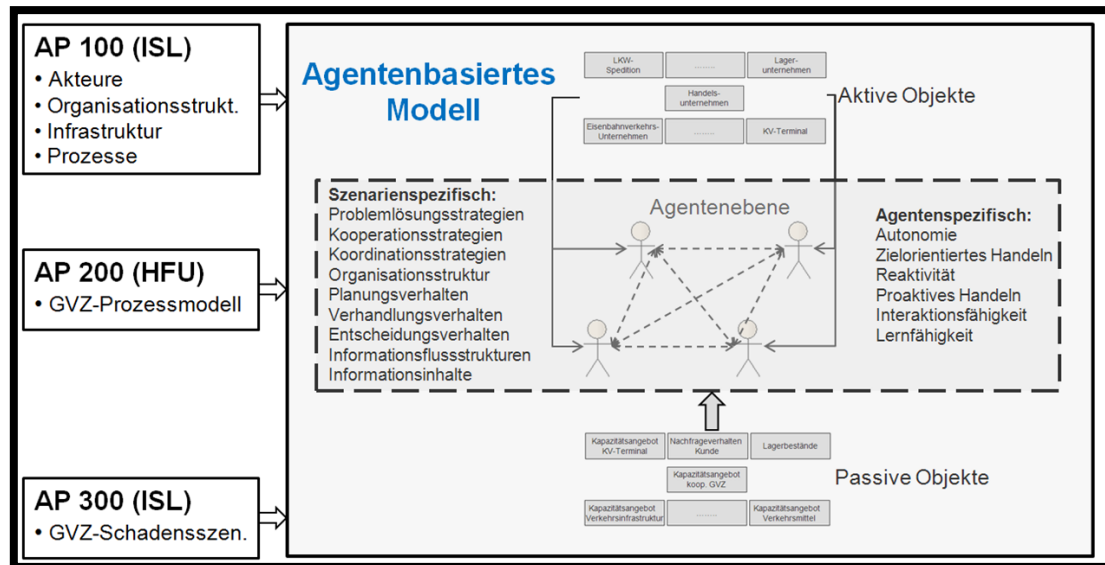


Abbildung 2: Grobe Skizze der Inhalte des Agentenbasierten Modells

Die sich anschließenden szenarienspezifischen Simulationsexperimente dienen dem wissenschaftlichen Arbeitsziel zu überprüfen, ob die dynamisch anpassbaren Organisationsstrukturen, Problemlösungsstrategien, Kooperations- und Koordinationsstrategien und damit das Entscheidungsverhalten der modellierten Agenten so konfiguriert wurden, dass im szenarienspezifischen Schadensfall das notwendige partizipative Planungs- und Entscheidungsverhalten der Supply Chain-Akteure gewährleistet ist, um das Angebot an Transport-, Umschlags- und Handlingkapazitäten der Nachfrage ad-hoc anpassen zu können. Zudem konnte u. a. ebenfalls untersucht werden, welchen Agenten welche logistischen Daten- und Informationsinhalte in welcher Strukturierung sowohl von anderen Agenten als auch von den passiven Zustandsgrößen als Input übergeben werden müssen, um entsprechend des modellierten Zielsystems planen und entscheiden zu können.

Durch die Zusammenfassung der erarbeiteten Ergebnisse und Erkenntnisse der o. g. Arbeitsinhalte erfolgte durch das ISL die Konfiguration eines Referenz-Interimskonzeptes (Notfallkonzept), das wissenschaftlich begründet sowohl die lang- und mittelfristige Perspektive, also die Planungs- und Implementierungsaktivitäten des Sicherheitskonzeptes, sowie die szenarienspezifischen, operativen Aktivitäten nach terroristischen Anschlägen oder sonstigen unvorhergesehenen

Schadensereignissen zur Initiierung und Aufrechterhaltung eines Notbetriebes innerhalb von GVZ und GVZ-übergreifend beinhaltet.

Die technischen Arbeitsziele des ISL bestanden ausgehend von der Erarbeitung eines Fachkonzeptes des Multiagentensystems (kurz: MAS Fachkonzept) in der Konfiguration eines MAS-Demonstrators. Dieser Referenz-Demonstrator wurde an die Anforderungen der repräsentativen GVZ-Testnutzer ACOS Group, ITL Eisenbahngesellschaft mbH und Heinrich Langhorst GmbH & Co. KG der Standorte Bremen und Dresden als Unterauftragnehmer des ISL sowie an die der Emons Spedition GmbH angepasst und implementiert. Es erfolgten ausführliche szenarienspezifische Testläufe zur Überprüfung der Stabilität des Systems im Praxiseinsatz. Hierbei wurden die Testnutzer durch ihren jeweiligen Agenten repräsentiert, der ihnen entsprechend der Schadensszenarien Entscheidungsvorschläge, mit dem Ziel des GVZ-internen und -übergreifenden Abgleiches zwischen Notfallkapazitätsbedarf und -angebot, unterbreitete.

Zudem arbeitete das ISL unterstützend bei der Standardisierung eines vereinheitlichten Konzepts für die anwendungsspezifische Konfiguration und Implementierung des Interimskonzeptes im Sinne einer DIN SPEC aufbauend auf der internationalen Norm ISO 28000: Specification for security management systems for the supply chain mit. Da das Deutsche Institut für Normung e.V. hier federführend wirkte, wird an dieser Stelle insbesondere auf den Projektbericht des Deutschen Instituts für Normung e.V. verwiesen. Das Ergebnis war hier die DIN SPEC 91291(Titel: Notfallkonzept für sensible Logistikagglomerationen – Konfiguration, Simulation und Implementierung).

Darüber hinaus erfolgte seitens des ISL die Konfiguration eines Schulungskonzeptes mit dem Ziel der (ergänzenden) Vorbereitung der GVZ Akteure auf terroristische Anschläge und/oder sonstige Schadensereignisse. Es basiert auf dem entwickelten Interimskonzept.

Die rechtliche Perspektive zur harmonischen Integration des Interimskonzepts in bestehende gesetzliche Rahmenwerke auf Landes-, Bundes- und internationaler Ebene wurde ebenfalls durch das ISL erarbeitet.

Nicht zuletzt bestand zudem das wissenschaftliche Arbeitsziel im Transfer und in der Diffusion des Interimskonzeptes mittels Kommunikation der innovativen

Projektergebnisse in die Wissenschaft und Praxis (etwa wissenschaftliche Tagungen, Fach- und Branchenzeitschriften) sowie in die Lehre durch Vorlesungen. Zudem wurden und werden Publikationen in Form von Bachelor-, Master- und Promotionsarbeiten erstellt.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Projektlaufzeit betrug insgesamt 39 Monate. Das Projekt begann am 01.06.2010 und endete am 31.08.2013. Die inhaltlichen Arbeiten sowie der zeitliche Ablauf des Teilvorhabens des ISL zeigt nachfolgender Balkenplan. Die Diskrepanz zur ursprünglich geplanten Projektlaufzeit von 36 Monaten (siehe Balkenplan) erklärt sich durch eine Verlängerung der Laufzeit aufgrund eines Systemoptimierungsbedarfs sowohl aus Performance-Gründen als auch resultierend aus den funktionalen Zusatzwünschen der Testnutzer, um auf diesem Wege eine deutliche Akzeptanzsteigerung beim Anwender zu erzielen.

Die zugehörigen detaillierten Arbeitspaketbeschreibungen einschließlich der zugehörigen Ergebnisdarstellungen sind Kapitel 2 zu entnehmen.⁴

⁴ Vgl. Kapitel 2 (Eingehende Darstellung nach Anlage 2 zur Nr. 8.2 NKBF 98).

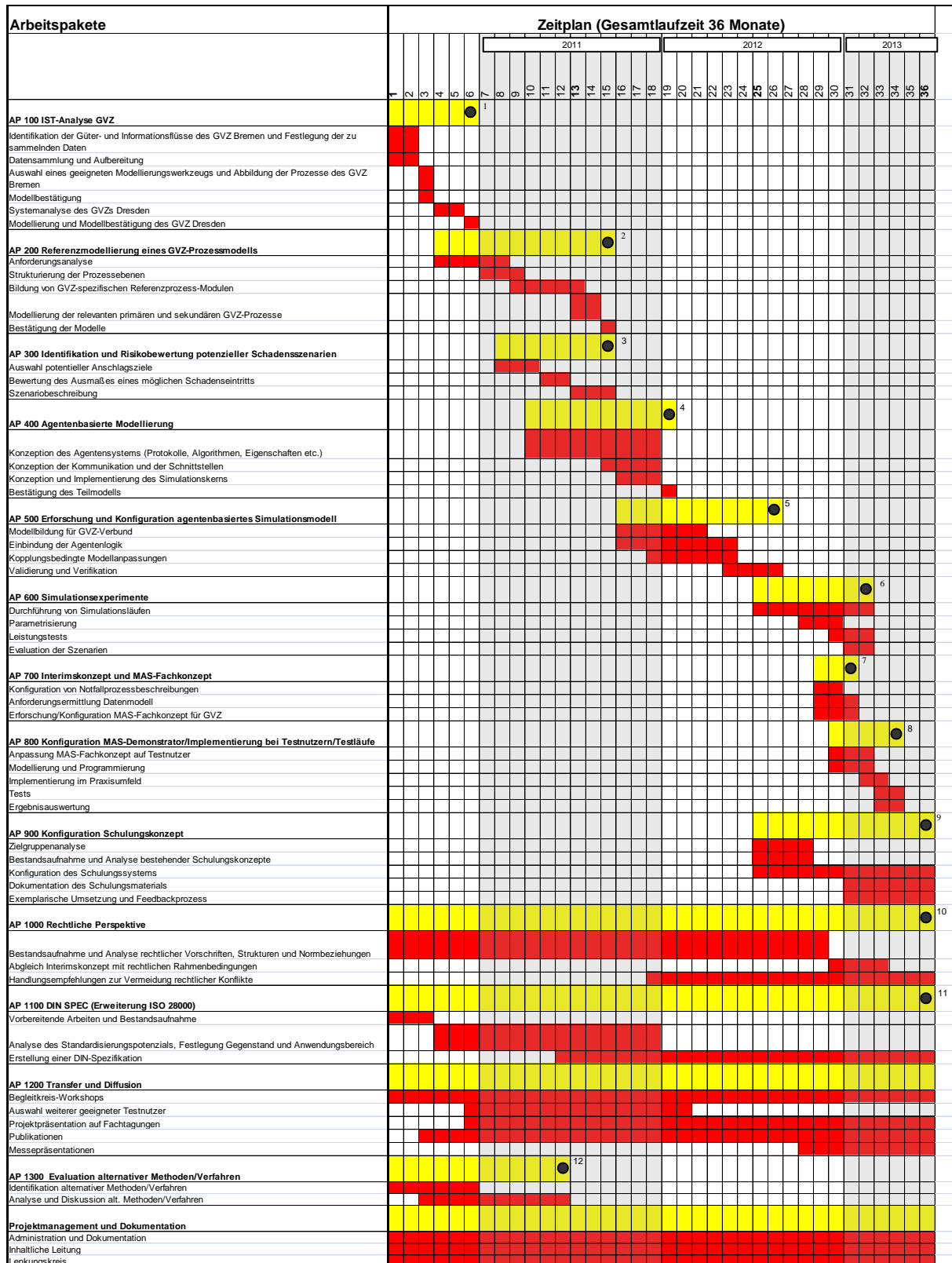


Abbildung 3: Balkenplan des Vorhabens

1.4 Stand der Wissenschaft und Technik

Die Agentenbasierte Modellierung ist eine spezielle, individuen-basierte Methode der computergestützten Modellbildung. Sie kommt vor allem dann zur Anwendung, wenn der Fokus einer Fragestellung nicht die Stabilität eines Gleichgewichts bzw. die Annahme, dass ein System in ein Gleichgewicht zurückkehrt, beinhaltet, sondern die Frage, wie sich ein komplexes System veränderten Rahmenbedingungen dynamisch, zielorientiert anpassen kann (Robustheit).⁵ Dabei wird der Erkenntnis Rechnung getragen, dass komplexe nichtlinear abbildbare Probleme es erfordern, die Mikroebene, also die Entscheidungen der Individuen, ihre Heterogenität und ihre Interaktion, direkt zu untersuchen. Auf agentenbasierten Modellen durchgeführte Simulationsexperimente lassen Annahmen über die Dynamik und die Auswirkungen miteinander vernetzter aktorenspezifischer Entscheidungen (Mikroebene) hinsichtlich der Emergenz auf Systemebene (Makroebene) zu.⁶ Daraus resultierende Erkenntnisse erlauben die Konzeption und Konfiguration dynamisch anpassbarer Organisationsstrukturen, Problemlösungsstrategien sowie Kooperations- und Koordinationsstrategien für und innerhalb der modellierten und simulierten Systeme.⁷ In den Bereich der Agentenbasierten Modellierung und Simulation fallen unterschiedliche Anwendungen wie etwa die in der Verkehrswissenschaft zur Simulation von Staus⁸, in den Sozialwissenschaften die Nachbildung sozialer Netzwerke⁹ oder in der Ökonomie die Modellierung künstlicher Wirtschaftssysteme¹⁰. Zunehmend findet die Agentenbasierte Modellierung und Simulation auch in der Logistik Anwendung.¹¹

Logistische, reale Systeme können auf Basis eines agentenbasierten Modells bzw. ohne vorherige Modellierung zu Multiagentensystemen weiterentwickelt bzw. entwickelt werden und als Software in das Logistiksystem implementiert werden. Softwarebasierte Multiagentensysteme sind im hier betrachteten Zusammenhang ein „längerfristig arbeitendes Programm, deren Arbeit als eigenständiges Verfolgen von Zielen in Interaktion mit einer Umwelt beschrieben werden kann“.¹² Der Beitrag von Agenten liegt dabei in einer Komplexitätsreduktion der Abstimmung durch Verteilung

5 Vgl. Urban, C. (2005); Schmidt, B. (2000).

6 Vgl. Mosler, H.-J. (2002); Malsch, Th. (1997).

7 Vgl. Brenner, W. (1998), S. 42.

8 Vgl. Loibl, W. (2003).

9 Vgl. Freund, G. (2002); Brauer, W./Malsch, Th./Rammert, W. (1999).

10 Vgl. Herzog, O. et al. (1999).

11 Vgl. Meier, L.H. (2008); Becker, M. et al. (2007); Ickerott, I. (2007); Alferes, J. J. (2004).

12 Vgl. Burkhard (1998).

von Aufgaben auf autonom agierende Komponenten im Gesamtsystem.¹³ Hier kann insbesondere die Aushandlung der Zuordnung von Transportkapazitäten und Belegungsproblemen, wie sie Wagner vorgeschlagen hat, zur Lösung von komplexen und verteilten Problemen in innerbetrieblichen und zwischenbetrieblichen Logistik-Netzwerken beitragen.¹⁴ Hierzu sei auch insbesondere auf die agentenbasierten Arbeiten im Rahmen der Real-Time-Logistics-Initiative des Fraunhofer IML verwiesen.¹⁵ Ein Multiagentensystem kann einerseits selbststeuernd wirken. Andererseits kann, so wie im hier beabsichtigten Projekt, ein hybrider Ansatz mit dem Ziel gewählt werden, die menschlichen Anwender (hier: Supply Chain-Akteure) in ihrem dynamischen Entscheidungsverhalten durch problemspezifische Vorschläge der Agenten zu unterstützen.

Die Aufnahme des Notbetriebs im GVZ hängt wesentlich von einer robusten und dem szenarienspezifischen Schadensfall angepassten dynamischen Organisations- und Informationsflussstruktur zur kurzfristig initiierten Aufrechterhaltung der Warenflüsse ab. Das Ziel besteht somit in der Koordination partizipativer Problemlösungsstrategien und des darauf basierenden Entscheidungsverhaltens zwischen den beteiligten Supply Chain-Akteuren¹⁶ innerhalb des GVZ und GVZ-übergreifend, also auf Systemebene.

Vor diesem Hintergrund wurde folgende forschungsleitende Hypothese formuliert:

Die Agentenbasierte Modellierung und Simulation stellt einen geeigneten methodischen Forschungs- und Entwicklungsansatz für die Konzeptualisierung dynamisch anpassbarer Organisationsstrukturen, Problemlösungsstrategien sowie entsprechender Kooperations- und Koordinationsstrategien für das komplexe logistische System „GVZ“ während eines Notbetriebs dar. Durch Implementierung eines darauf basierenden hybriden Multiagentensystems soll ein dynamisch angepasstes zielorientiertes Verhalten der Akteure auf Systemebene nachweislich ermöglicht werden. Das Ziel besteht in der Aufrechterhaltung der Warenflüsse durch flexibel koordinierte Transport-, Umschlags- und Handlingkapazitätsplanung und -steuerung der Restkapazitäten im GVZ und GVZ-übergreifend. Die

¹³ Vgl. hierzu etwa Pfohl, C. (2006).

¹⁴ Vgl. Wagner, T. (2003).

¹⁵ Vgl. Hoppel, T. (2004).

¹⁶ Die etwa zu betrachtenden und als potenzielle Agenten zu modellierenden Akteure innerhalb des Systems „GVZ“ sind Entscheider in den logistikintensiven Industrie- und Handelsunternehmen, Speditionen und die der Umschlagsanlagen-Betreiber (etwa KLV-Terminal-Betreiber, Hafeninfrastruktur-Betreiber). Zudem gehören zu ihnen die Verkehrsträger, also die Baulastträger der Verkehrsinfrastruktur (etwa Straße, Schiene, Binnenwasserstraße) und die Betreiber der Verkehrsmittel (etwa LKW, Bahn, Binnenschiff). Zu den GVZ-externen Akteuren gehören wiederum insbesondere die Verkehrsträger, als auch entsprechend des hier betrachteten Systems die national angesiedelten GVZ.

forschungsleitende Hypothese wird exemplarisch für das GVZ Bremen in Kooperation mit dem GVZ Dresden überprüft.

Um den Stand von Wissenschaft und Technik und darauf basierend die derzeitige Forschungslücke hinsichtlich der o. g. forschungsleitenden Hypothese herauszuarbeiten, mussten folgende Aspekte erörtert werden:

- (1) In welchen Bereichen der Logistik kommt die Agentenbasierte Modellierung und Simulation bereits heute aus forschungs- und praxisorientierter Perspektive zur Anwendung?
- (2) In welchen Bereichen der Logistik erfolgt derzeit die Konzeptualisierung und Implementierung softwarebasierter Multiagentensysteme aus forschungs- und praxisorientierter Perspektive?
- (3) Welche Maßnahmen kommen im Kontext der hier betrachteten Schadensszenarien bereits heute zur Anwendung?
- (4) Welche Normen/Standards bestehen derzeit im Zusammenhang mit einem Sicherheitsmanagement für komplexe Logistiksysteme?

Zu 1: Anwendung der Agentenbasierten Modellierung und Simulation in der Logistik

Zur Agentenbasierten Modellierung und Simulation sozialer oder ökonomischer Netzwerke lassen sich zahlreiche erfolgreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten identifizieren.¹⁷ Jedoch bzgl. der Anwendung dieser Methodik zur Erklärung der Auswirkungen des Entscheidungsverhaltens von Akteuren hinsichtlich der Emergenz innerhalb komplexer logistischer Systeme sind derzeit nur eingeschränkt relevante Arbeiten auf theoretischer und/oder praxisorientierter Ebene vorhanden. Hier sei etwa auf die Arbeit von Ickerott (2007) verwiesen, der die Methodik zur Erklärung des sog. Bullwhip-Effektes innerhalb nachfragegetriebener linearer Supply Chains nutzt. Der Bullwhip-Effekt, der in den Wirtschaftswissenschaften auch Forrester-Aufschaukelung oder Whiplash-Effekt genannt wird, stellt ein zentrales Problem im Lieferkettenmanagement (Supply-Chain-Management) dar, der sich aus dynamischen Prozessen der Lieferketten ergibt. Er beschreibt, dass die unterschiedlichen Bedarfsverläufe bzw. kleine Veränderungen der Endkundennachfrage zu Schwankungen der Bestellmengen führen, die sich entlang

¹⁷ Vgl. http://cordis.europa.eu/home_de.html, Zugriff am 12.02.2009. Hier sei auf die aktuellen bzw. durchgeführten Projekte zur Agentenbasierten Modellierung und Simulation im Rahmen des 7. EU-Forschungsrahmenprogramm wie etwa BRSCDP-TEA, GILDED, POLHIA, SOCIONICAL, U4IA, PRIMA, LASUT hingewiesen.

der logistischen-Kette wie ein Peitschenhieb aufschaukeln können. Das Ziel von Ickerott mit Hilfe der Agentenbasierten Modellierung und Simulation besteht nun darin, ein aktoursspezifisches Entscheidungsverhalten zur Vermeidung dieses Effektes in der Realität zu konfigurieren.¹⁸ Ein weiteres wesentliches Forschungs- und Entwicklungsvorhaben ist das BMWi-geförderte und durch das ISL erfolgreich durchgeführte Projekt „AMATRAK - Verkehrsvermeidung durch intelligente Steuerung im Wirtschafts- und Güterverkehr auf der Basis Autonomer MultiAgenten TRANsport Koordination“.¹⁹

Zu 2: Konzeptualisierung und Implementierung von Multiagentensystemen in der Logistik

Obgleich softwarebasierte Multiagentensysteme bereits in einigen Fällen als Lösungsansatz im Bereich der Logistik eingesetzt werden konnten, ist derzeit ein Mangel an erfolgreichen Praxislösungen insbesondere im zwischenbetrieblichen Anwendungsfeld zu verzeichnen. Hier fehlen erfolgreiche Anwendungsbeispiele, die die in der Theorie vielfach aufgezeigten Potenziale von Selbststeuerungskonzepten in der Praxis weiter untermauern sowie Implementierungswege aufzeigen. Auch im Hinblick auf ein agentenbasiertes Supply Chain Event Management, das der Planung, Steuerung und Kontrolle der Warenflüsse innerhalb von Supply Networks dienen soll, beschränken sich die Konzeptualisierungen eher auf lineare Supply Chains.²⁰ Wiederum sei an dieser Stelle auf das sich aus dem aufgezeigten Transferdefizit begründende BMWi-Projekt „AMATRAK“ des ISL verwiesen.

Zu 3: Bereits heute zur Anwendung kommende Maßnahmen im Kontext der hier betrachteten Schadensszenarien

Sehr wohl existieren auch für GVZ sog. Notfall- bzw. Alarm- und Gefahrenabwehrpläne. Diese bestehen i. d. R. aus einem betriebsübergreifenden Alarm- und Gefahrenabwehrplan auf Ebene des GVZ, in dem Aspekte wie etwa Feuerwehrplan, Löschwasserversorgung, allgemeine Rettungs- und Angriffswege und Löschwasserrückhaltung dargestellt sind. Die Pläne enthalten zudem Anweisungen hinsichtlich der organisatorischen Informationsflussstruktur zwischen

¹⁸ Vgl. Ickerott, I (2007).

¹⁹ Vgl. hierzu auch <http://www.intelligente-logistik.org/projekte/amatrank.html> und <http://www.isl.org/projects/amatrank/>, Zugriff am 13.10.2013.

²⁰ Vgl. etwa Zimmermann, R. (2006); Reinheimer, S./Zimmermann, R. (2002) sowie DFG-Forschungsprojekt: "Agentenbasiertes Tracking und Tracing in der betrieblichen Leistungserstellung entlang der Wertschöpfungskette".

internen und externen Sicherheitsbeauftragten und Behörden. Gleichzeitig existieren auch für jedes Unternehmen betriebsinterne Alarm- und Gefahrenabwehrpläne.²¹ Pläne zur Aufrechterhaltung eines Notbetriebs nach Anschlagsszenarien entsprechend Kapitel 1.3 existieren weder unternehmensintern noch auf GVZ-Ebene.²² Etwa lediglich starre Verkehrsumleitungsanweisungen mit entsprechender Beschilderung, bspw. bedingt durch eine Straßensperrung, stellen vor dem Hintergrund der hier betrachteten Schadensszenarien die einzigen Maßnahmen für einen Notbetrieb dar.

Auch selbst unter Berücksichtigung der Inhalte des verabschiedeten ISPS-Codes, der die international verbindlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit im Hinblick auf die Gefahr terroristischer Aktivitäten beinhaltet, lassen sich ebenfalls keine Konzepte hinsichtlich der Aufrechterhaltung eines Notbetriebs u. a. von Hafenanlagen nach terroristischen Anschlägen identifizieren.²³

Selbst das auf europäischer Ebene seit 2006 aktuell laufende Projekt Counteract „Cluster Of User Networks in Transport and Energy Relating to Anti-terrorist Activities“ zielt mit seinen Ergebnissen eher auf Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung terroristischer Attacken auf intermodale Transportnetzwerke und deren Infrastrukturen, auf öffentliche Personentransporte sowie auf Energieerzeuger ab (ex ante). Die Konzeptualisierung von Maßnahmen, die wie im hier vorgeschlagenen Projekt der Initiierung und Aufrechterhaltung eines Notbetriebs dienen (ex post), werden nicht fokussiert.²⁴

Zu 4: Normen/Standards im Zusammenhang mit einem Sicherheitsmanagement für komplexe Logistiksysteme

Derzeit existiert im Zusammenhang mit einem Sicherheitsmanagement insbesondere folgender Standard/Norm: Internationale Norm ISO 28000: Specification for security management systems for the supply chain. Sie legt in sehr verallgemeinerter Form Grundsätze für Security Management Systeme in der Supply Chain fest und soll Unternehmen die Möglichkeit geben, systematisch die Risiken der Lieferkette aufzuspüren und Maßnahmen dagegen einzuleiten (ex ante).²⁵ Sie beinhaltet jedoch

²¹ Quelle: Herr Michael Moehlmann (Geschäftsführer GVZ-E Bremen); Dr. Thomas Nobel (Geschäftsführer DGG).

²² Quelle: Herr Michael Moehlmann (Geschäftsführer GVZ-E Bremen); Dr. Thomas Nobel (Geschäftsführer DGG).

²³ Vgl. <http://www.tis-gdv.de/tis/tagungen/workshop/inhalt11.htm>, Zugriff am 10.02.2009.

²⁴ Vgl. <http://www.counteract.eu>, Zugriff am 01.02.2009.

²⁵ Vgl. <http://www.iso28000.de/i.html>, Zugriff am 10.02.2009.

keine standardisierten Vorgehensweisen zur Realisierung eines ex post Notfallmanagements, das im hier bearbeiteten Vorhaben erforscht, konfiguriert und exemplarisch implementiert wurde.

Zusammenfassend lassen sich folgende Forschungslücken festmachen:

Es ist festzustellen, dass derzeit nur eingeschränkt relevante Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf theoretischer und/oder praktischer Ebene hinsichtlich einer Agentenbasierten Modellierung und Simulation komplexer logistischer Systeme existieren. Hieraus bedingt lässt sich ein enormes, noch nicht gehobenes, Forschungspotenzial dieser Methodik zur Untersuchung des dynamischen Verhaltens komplexer Logistiksysteme ableiten.

Es ist festzustellen, dass sich aus forschungs- und/oder praxisorientierter Perspektive derzeit die wenigen Konzeptualisierungen softwarebasierter Multiagentensysteme eher auf lineare Supply Chain-Strukturen beziehen. Es fehlen erfolgreiche Anwendungsbeispiele insbesondere im zwischenbetrieblichen Anwendungsfeld, die die in der Theorie vielfach aufgezeigten Potenziale von Selbststeuerungskonzepten in der Praxis weiter untermauern sowie Implementierungswege aufzeigen.

Es ist festzustellen, dass im Kontext der hier betrachteten Schadensszenarien derzeit keine bzw. keine dem Projektziel vergleichbaren Maßnahmen bzw. Konzepte zur gemeinsamen/partizipativen Aufnahme eines Notbetriebs zwischen den betroffenen Akteuren in GVZ, anderen Logistikzentren oder in Industrieparks zur Anwendung kommen bzw. existieren.

Es fehlen Standards bzw. standardisierte Vorgehensweisen zur Realisierung eines ex post Notfallmanagements, das im Vorhaben PreparedNet erforscht, konfiguriert und exemplarisch implementiert wurde.

Vor diesem Hintergrund bestand das begründete Ziel des hier vorgeschlagenen Projektes PreparedNET einerseits in der Schließung der aufgezeigten Forschungslücken sowie andererseits in der innovativen Verschmelzung der verschiedenen vielversprechenden Forschungsansätze zur Erzielung von bisher nicht gehobenen Synergien.

Verwendete technische Normen, Softwareprodukte und Dokumentationszentren zur Literaturrecherche:

Für die PreparedNET-Forschungsarbeiten mussten keine externen Schutzrechte in Anspruch genommen werden, die den Projektfortschritt negativ beeinflussen oder die Verwendung der Projektergebnisse gefährden konnten. Es wurden ausschließlich lizenzierbare Standardsoftwareprogramme wie „Plant Simulation“, „Enterprise Architect“, „Microsoft Office“ sowie das als Open Source verfügbare Jade Agenten-Framework (Java-basierte FIPA-kompatible Plattform) verwendet.

Die Systemarchitektur des Multiagentensystem-Demonstrators basiert auf der Basis des international anerkannten und als Freeware erhältlichen Agentenframeworks Jade (Java-basierte FIPA kompatible Plattform).²⁶ Das Gesamtkonzept und die konzeptualisierte Implementierung des Multiagentensystems wurden u. a. auf Basis von Enterprise Architect entwickelt und abgebildet. Enterprise Architect von SparxSystems Ltd (Creswick, Australien) ist ein Softwaremodellierungswerkzeug, dessen Kernfähigkeit die UML Modellierung mit Round Trip Engineering darstellt. Es unterstützt außerdem Anforderungsmanagement, Model Driven Architecture, Business Process Modeling und SysML. Enterprise Architect unterstützt viele verbreitete Sprachen wie insbesondere im hier vorliegenden Fall die Programmiersprache Java.²⁷

Recherchen zu technischen Spezifikationen im Rahmen der Systemkonfiguration und -implementierung und Recherchen internationaler Fachbeiträge aus wissenschaftlichen Beiträgen wurden insbesondere in folgenden Dokumentationszentren durchgeführt:

- DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin
- Technische Informationsbibliothek (TIB) an der Universität Hannover
- Staats- und Universitätsbibliothek Bremen einschließlich der Standorte an der Hochschule Bremen und Hochschule Bremerhaven
- Universitätsbibliothek Oldenburg (IBIT)
- Weitere Literatur per Fernleihe aus dem gesamten Bundesgebiet (Gemeinsamer Bibliotheksverbund - GBV)

²⁶ Vgl. <http://jade.tilab.com/>. Zugriff am 12.10.2013.

²⁷ Vgl. http://www.sparxsystems.de/?gclid=CO2S_52ZkqkCFQK-zAod0RCpgg. Zugriff am 13.10.2013.

Die Erkenntnisse wurden zur Projektarbeit und darauf basierend für die erarbeiteten Veröffentlichungen im Rahmen des Projektes genutzt.²⁸

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das **Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL)** war Projektkoordinator des Projektes PreparedNET und insbesondere für folgende Aufgaben verantwortlich: Ist-Analyse der GVZ-Strukturen; Agentenbasierte Modellierung, Simulationsmodellerforschung und -konfiguration und Simulation des Entscheidungsverhaltens der GVZ-Akteure im Notbetrieb; Erstellung Interimskonzept (Notfallkonzept); Erforschung/Konfiguration/Implementierung/Test des Multiagentensystem-Demonstrators bei den Testnutzern zur automatisierten Entscheidungsunterstützung der Akteure im GVZ-Notbetrieb; Transfer und Diffusion der Projektergebnisse; Evaluation alternativer Verfahren zur Agentenbasierten Modellierung. Außerdem beleuchtete das ISL die rechtliche Perspektive zur harmonischen Einfügung des Interimskonzepts auf Landes-/Bundesebene und internationaler Ebene und erstellte ein Schulungskonzept für GVZ-Akteure basierend auf dem Notfallkonzept. Aufgabe der **Hochschule Furtwangen (HFU)** war die Erfassung und Systematisierung der Geschäftsprozesse innerhalb des GVZ Bremen und Dresden sowie eine maßgebliche Beteiligung bzgl. Erforschung, Konfiguration, Verifikation und Validierung des Simulationsmodells. **GVZ-Entwicklungsgesellschaft Bremen mbH (GVZ-E HB; hier Unterauftragnehmer des Instituts für Seeverkehrswirtschaft und Logistik)**, **GVZ-Entwicklungsgesellschaft Dresden mbH (GVZ-E DD; hier assoziierter Partner des Verbundprojekts)**, **LUB Consulting GmbH (Verbundpartner)**, **Deutsche GVZ Gesellschaft (DGG; hier assoziierter Partner des Verbundprojekts)** und **Emons Spedition GmbH (Verbundpartner)** waren aufgrund ihres spezifischen Wissens über standortspezifische GVZ-Akteure, Organisationsstrukturen und Prozesswissen insbesondere für die Unterstützung und Beratung im Rahmen der Analysen und Konzeptionen zuständig. Zudem waren sie als Transferpartner auch für die kontinuierliche Sensibilisierung und Diffusion der eigenen und weiteren GVZs für das Notfallkonzept verantwortlich. Die **LUB Consulting GmbH** konnte zudem für Sensibilisierung und Diffusion auf internationaler GVZ-Ebene eingesetzt werden. Die **Emons Spedition GmbH** sowie die Unterauftragnehmer **ACOS Group**, **ITL**

²⁸ Vgl. hierzu auch insbesondere Kapitel 2.

Eisenbahngesellschaft mbH und Heinrich Langhorst GmbH & Co. KG stellten zudem Testnutzer des MAS-Demonstrators dar. Das **Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN)** war verantwortlich für die Erstellung der DIN SPEC 91291 (Titel: Notfallkonzept für sensible Logistikagglomerationen – Konfiguration, Simulation und Implementierung) als Beitrag zur nationalen und internationalen Standardisierung des zu konfigurierenden Notfallkonzeptes. Die Einbindung der **Berufsfeuerwehr Bremen** (assoziierter Verbundpartner des Vorhabens) als Rettungskraft ermöglichte es darüber hinaus, die Informationsflussstrukturen zwischen GVZ-Akteuren und Rettungskräften für den Schadensfall zu betrachten und zu modellieren, um einerseits eine Schadensbewertung hinsichtlich Schadenshöhe und -dauer ad-hoc initiieren und somit andererseits über das Anfahren des Interimskonzept im Schadensfall überhaupt angemessen entscheiden zu können.

2 Eingehende Darstellung der Zuwendungsverwendung und der erzielten Ergebnisse sowie Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele nach Anlage 2 zur Nr. 8.2 NKBF 98

2.1 AP 100 IST-Analyse GVZ

Das AP 100 wurde unter Federführung des ISL bearbeitet. Grundlage des Projektes ist die Verfügbarkeit von IST-Daten für Güterverkehrszentren, um darauf aufbauend die Schadensszenarien zu entwickeln und das MAS programmieren zu können. Ziel war es, eine exemplarische Modellierung der GVZ-Standorte Bremen und Dresden durchzuführen, um eine Grundlage für die Referenzmodellierung des GVZ-Prozessmodells in AP 200 zu ermöglichen. Die Ergebnisse des AP 100 bilden die Grundlage für alle folgenden Arbeitspakete.

2.1.1 AP 110 Identifikation der Güter- und Informationsflüsse des GVZ Bremen und Festlegung der zu sammelnden Daten

In AP 110 waren zunächst die relevanten Elemente, Prozesse und Beziehungen des Systems GVZ zu identifizieren, welche in den folgenden Arbeitspaketen weiter aufbereitet wurden. Das bedeutet, dass die Lieferketten, die durch das GVZ laufen und die dazugehörigen Akteure zu bestimmen waren. Hierbei war die organisatorische Struktur der Akteure sowie die damit verbundenen Waren- und Informationsflüsse (zeitlich, räumlich, quantitativ) zu erfassen. Weiterhin waren die Systemgrenzen des GVZ mit ihren Input- und Output-Beziehungen sowie die Beziehungen und Interdependenzen der verschiedenen Elemente und Prozesse des Systems zu erarbeiten. Im Anschluss an die Identifizierung der Prozesse und Elemente war festzulegen, welche Daten für eine zweckmäßige Modellierung benötigt werden. Das Ergebnis des AP 110 bildet die Grundlage für AP 120. Hierbei war der Referenzcharakter der Systemanalyse zu berücksichtigen, um die Übertragbarkeit auf andere GVZ-Standorte zu gewährleisten.

Ergebnis:

Die räumlichen Grenzen von GVZ stehen fest, allein schon auf Grund der vorhandenen Flächennutzungs- und Bebauungspläne. Hinzu kommen eventuell vorhandene Erweiterungs- bzw. Optionsflächen, die jedoch in den Flächenplänen als solche ausgewiesen sind. Im Hinblick auf das Projektziel, nämlich die Auswirkungen von Schadensereignissen auf GVZ-bezogene Lieferketten zu minimieren, sind die

Systemgrenzen gegebenenfalls weiter zu ziehen, da sich auch in der Nähe des GVZ Punkte in der Verkehrsinfrastruktur befinden können, bei deren gänzlichem oder teilweise Ausfall die Lieferketten in und aus dem GVZ empfindlich gestört werden können. Die so identifizierten relevanten Infrastrukturen, ihre Kapazitäten sowie deren Nutzung im Status quo waren folglich zu ermitteln.

Im Rahmen des Arbeitspaketes wurden weiterhin Elemente, Prozesse und Beziehungen sowie Akteure identifiziert und die Struktur der Flüsse hinsichtlich der Austauschbeziehungen und Interdependenzen (innerhalb der Systemgrenzen und grenzübergreifend) erfasst. Modelltheoretisch wurden damit die Grundlagen zur Festlegung hinsichtlich der Auswahl der für eine Modellierung zweckmäßigen Daten erarbeitet. Für das Referenzmodell relevant war daher die Eingrenzung von GVZ-Systemen, die Strukturierung der GVZ-Systeme mit Hilfe von Portfolios nach Strömen (Material-, Informations-, Dienstleistungs- und Finanzstrom), nach Verkehrsträgern (Straße, Schiene, Wasserwege und Luftverkehr) sowie Akteuren (Unternehmen, privatrechtlichen Verbänden, politischen Organen und Behörden bzw. Anstalten und Körperschaften öffentlichen Rechts). Für jedes der Strukturelemente wurden die Funktionen und wechselseitigen Verknüpfungen definiert. Um das dynamische Verhalten beurteilen zu können, müssen die hier identifizierten Strukturmerkmale und Variablen quantifiziert werden. Zu diesem Zweck erfolgte die Datenaufnahme im nächsten Arbeitspaket.

2.1.2 AP 120 Datensammlung und Aufbereitung

Die in AP 110 identifizierten Elemente, Prozesse und Beziehungen der Akteure waren in AP 120 mit Daten zu hinterlegen. Da die Qualität der erhobenen Daten maßgeblichen Einfluss auf den weiteren Projektverlauf hat, waren die erhobenen Daten auf Plausibilität, Vollständigkeit, Redundanz und Konsistenz zu prüfen. AP 110 und 120 wurden parallel durchgeführt, um eine korrigierende Rückkopplung zwischen den Arbeitspaketen zu ermöglichen. Die Aufbereitung der Daten erfolgte in AP 130, um eine Kompatibilität mit den verwendeten Modellierungswerkzeugen zu gewährleisten. Die erhobenen Daten bildeten den Input für AP 130.

Ergebnis:

Die Fläche des GVZ Bremen ist in der folgenden Abbildung als gelbe Fläche dargestellt.

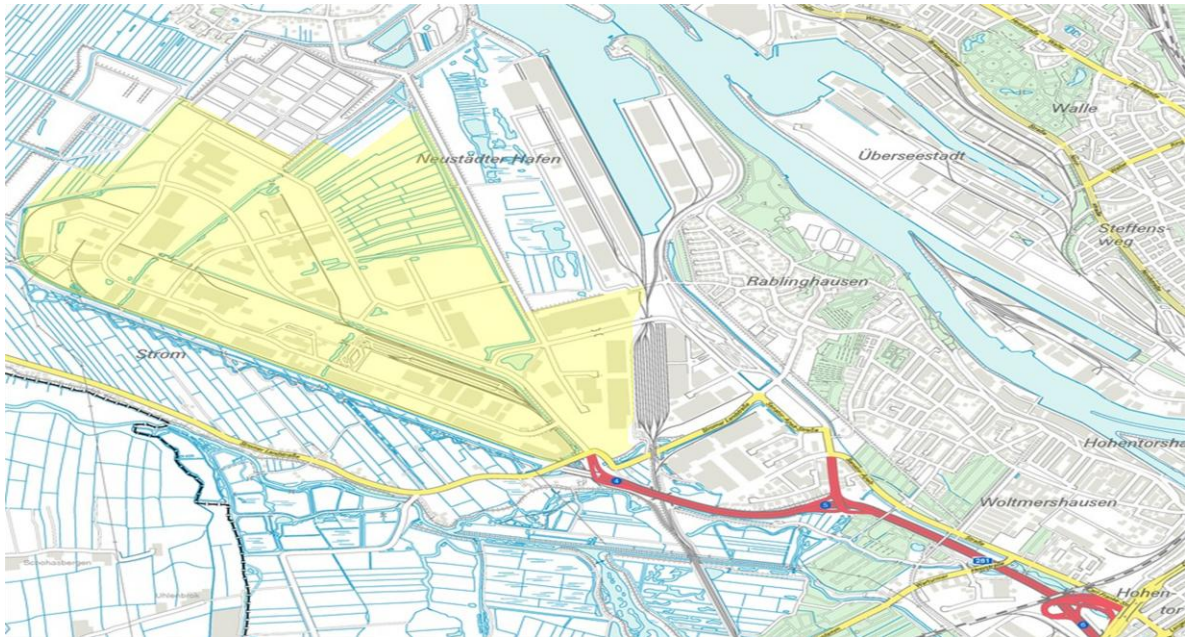


Abbildung 4: Fläche des GVZ Bremen

Für die Projektziele wurden die Systemgrenzen des GVZ in östliche Richtung straßenseitig bis zur Kreuzung Stromer Landstraße/Ludwig-Erhard-Straße/A 281 erweitert, schienenseitig bis zur Einfahrweiche zu Vorstellgruppe Grolland von der Strecke Bremen – Oldenburg einfahrend.

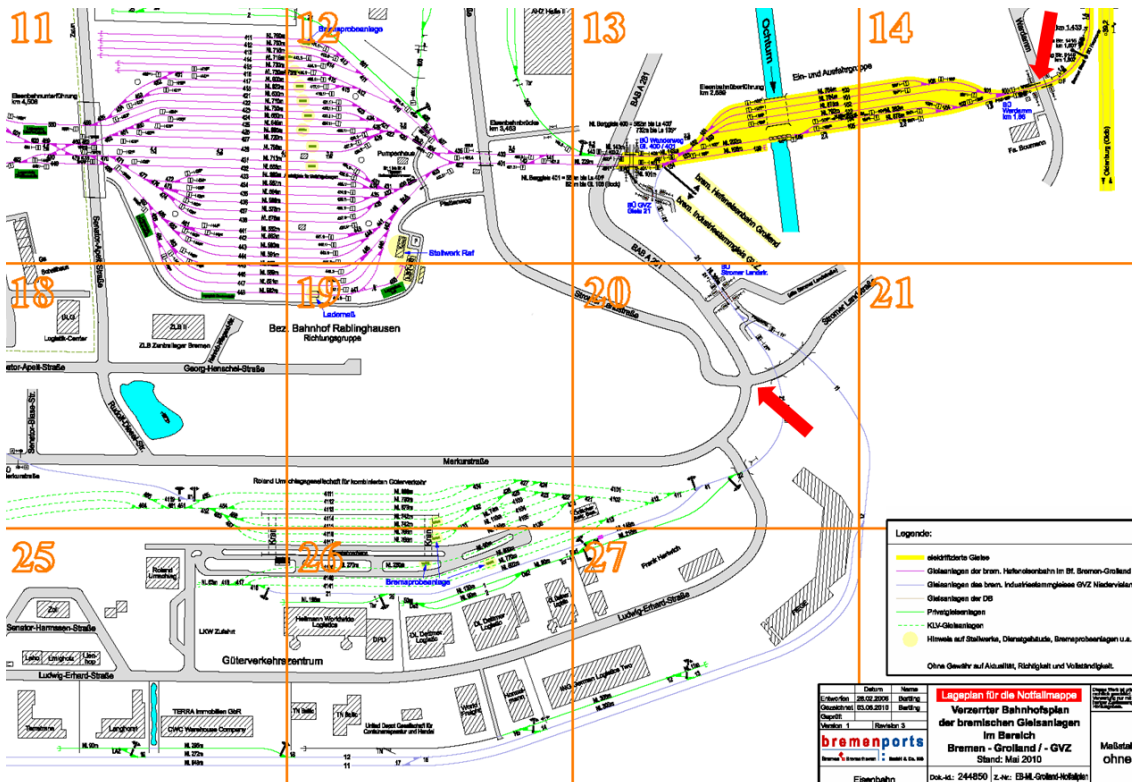


Abbildung 5: Erweiterte Systemgrenzen GVZ Bremen (in Anlehnung an bremenports)

Aufbauend auf der Systemstrukturierung von AP 110 wurde ein Fragebogen erstellt, um bei den im GVZ Bremen und GVZ Dresden ansässigen Unternehmen Kennzahlen hinsichtlich der Strukturelemente und -variablen zu ermitteln. Dieser Fragebogen zur Verifizierung der in AP 110 ermittelten Systemstruktur deckt die Themenfelder „Warenbewegungen und Engpässe“, „Geschäftsbeziehungen und Verflechtung der Wertschöpfung“, „Außerordentliche Anforderungen im Warenverkehr und -handling“ und „Verzögerungsanfälligkeit von Prozessen“ ab. Ein separater Fragebogen wurde für Zwecke der Risikobeurteilung erstellt, um die Bewertung der Unternehmen zu Fragestellungen hinsichtlich möglicher Ablaufunterbrechungen zu beantworten. Der Katalog möglicher Schadensereignisse umfasst die Themenfelder „Ausfall und Behinderung der Netz-Infrastruktur“, „Beeinträchtigungen in Folge von Straftaten und Terrorismus“, „Beeinträchtigungen in Folge von Arbeitskämpfmaßnahmen“ sowie „Beeinträchtigungen in Folge von Maßnahmen im Zusammenhang mit einem Verteidigungsfall“. Zur Bedeutung letzterer Kategorie wird in den Erörterungen zu AP 1010 nochmals genauer eingegangen. Um den Zugang zu den ansässigen Unternehmen in den jeweiligen GVZ zu erlangen, wurden in Abstimmung mit der HFU die lokalen Projektpartner (GVZ-E im Fall des GVZ Bremen und LUB im Fall des GVZ Dresden) als Mittler einbezogen. Darüber hinaus wurden weitere Workshops abgehalten, um den Systementwurf und Abgrenzung der darin enthaltenen Strukturelemente zu bestätigen. Konkret wurden folgende Termine abgehalten:

- Workshop mit dem GVZ-E und der DGG in Bremen am 22.11.2010
- Workshop mit dem GVZ-E und Roland Umschlag in Bremen am 29.11.2010
- Workshop mit der DGG, HFU, Firma Emons und LUB im GVZ Dresden vom 04. bis zum 05.11.2010
- Workshop mit dem DIN und der DGG in Bremen am 09.12.2010
- Workshop mit der Firma Hellmann Worldwide Logistics und der DGG in Bremen am 22.11.2010
- Workshop mit der HFU in Bremen am 16.12.2010

Bei den Workshops mit den Unternehmen wurden vorweg Cluster gebildet und der typische Verlauf des Ein- und Ausgangs von Versandeinheiten der GVZ-Betriebsstätte in Verlaufsfunktionen (Tagesganglinien) abgebildet. Die Abstimmung mit den Partnern hat in Verbindung mit der Auswertung der Befragung ergeben, dass

die oben erörterte Systemstrukturierung zweckmäßig ist, die Tagesganglinien repräsentativ für die den Unternehmen zugeordneten Cluster sind und die einbezogenen Elemente und Relationen adäquat über das Referenzmodell abgebildet werden können.

Die komplexesten Vertragsbeziehungen beim Transport von Gütern ist beim Kombinierten Ladungsverkehr (KV) Schiene-Straße anzutreffen. Hier beauftragt i. d. R. der Versender einen Spediteur damit, eine Sendung im KV zum Empfänger der Ware zu transportieren. Dieser wiederum beauftragt ein Nahverkehrsunternehmen mit dem Transport der Sendung zum Versandterminal (Vorlauf), am Empfangsort einen Spediteur mit dem Transport zum Empfänger (Nachlauf). Dieser Spediteur wiederum beauftragt ein Nahverkehrsunternehmen mit dem Nachlauf. Für den sogenannten Hauptlauf, also den Transport der Sendung mit der Eisenbahn, beauftragt der Versandspediteur den KV-Operator, der seinerseits Versand- und Empfangsterminal mit dem Umschlag der Ladeeinheiten und ein Eisenbahnverkehrsunternehmen mit dem Schienentransport betraut.

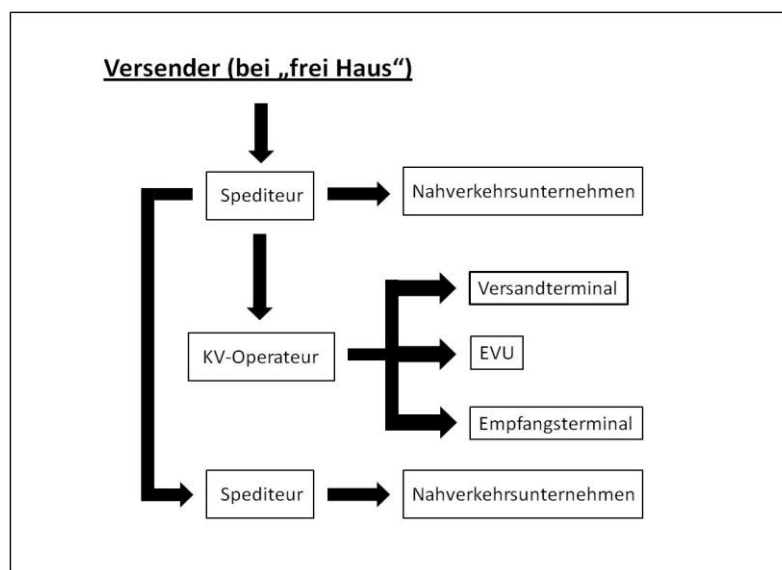


Abbildung 6: Vertragsbeziehungen im Kombinierten Ladungsverkehr

Es wird deutlich, dass im Störfall eine größere Anzahl von Akteuren betroffen sein werden, die zu benachrichtigen sind, denen Alternativen aufzuzeigen sind und die darüber zu entscheiden haben, welche Alternative ausgewählt wird. Daher wurde dieser Fall als Referenz ausgewählt, aus der alle anderen Vertragsbeziehungen und Informationsflüsse abgeleitet werden konnten.

2.1.3 AP 130 Auswahl eines geeigneten Modellierungswerkzeugs und Abbildung der Prozesse im GVZ Bremen

Die in AP 110 und AP 120 zusammengestellten Informationen und Daten waren im AP 130 in ein Modell des GVZ Bremen zu überführen. Hierzu war es zunächst notwendig, ein geeignetes Modellierungswerkzeug zu identifizieren. Die Auswahl des Modellierungswerkzeugs musste in Abstimmung mit AP 200 erfolgen, in dem die Methode ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) verwendet wurde. Es war also eine Darstellung zu wählen, die eine zweckmäßige Vorlage für diese Arbeiten liefert. AP 130 fand in enger Absprache mit AP 140 und dem Projektpartner GVZ-E Bremen statt und bildete den Input für AP 200.

Ergebnis:

Um ein Referenzmodell nach den zuvor festgelegten Kriterien mit den gesammelten Daten zu modellieren, bedarf es geeigneter Modellierungswerkzeuge, die die Zusammenhänge zweckadäquat abbilden. Die Repräsentation der GVZ-Prozesse erfolgt mittels des Softwareagentensystems, das seine Daten aus einer Simulationslaufzeitumgebung auf Basis von Plant Simulation generiert. Um die Daten der Simulationsläufe auszuwerten, bestehen unterschiedliche Anforderungsebenen:

- Eine Analyse auf potenzielle Havarieursachen, -arten und -folgen, die sich direkt aus den Verbindungen und Funktionen der Strukturelemente (insbesondere Unternehmen des GVZ) ableiten
- Priorisierung der Risiken in einem Ranking nach den Dimensionen Auftretenswahrscheinlichkeit, Bedeutung der Beeinträchtigung und Eingriffsmöglichkeit nach Auftreten des Ereignisses sowie einer Restrisikobeurteilung bzw. -bewertung
- Systematisierung der möglicher Entdeckungs-, Vermeidungs- und Behebungsmaßnahmen

Um die Havarieanalyse vorzunehmen, wurde auf eine Prozessmodellierung zurückgegriffen, die die Abläufe mittels eines ereignisgesteuerten Prozesskettenmodells (EPK) grafisch veranschaulicht. Die Priorisierung der Risiken wurde über Bewertungsverfahren in Anlehnung an das FMEA-Modell vorgenommen, mit denen die Risiken möglicher Gefahren in einer Kennzahl zusammengefasst und in einem Ranking gelistet werden. Die Entdeckungs-, Vermeidungs- und

Behebungsmaßnahmen wurden über ein an das Supply Chain Operations Reference (SCOR) Modell angelehntes Verfahren abgeleitet, das den Risikoverbund von Akteuren und Strömen in eine hierarchische Beziehung setzt.

Die im Rahmen der Ist-Analyse ermittelten Prozesse werden zur Erhöhung der Prozesstransparenz in einem Referenzmodell erfasst. Um eine einfache Erweiterbarkeit und Anpassbarkeit des Referenzmodells an unterschiedliche Gegebenheiten in Logistikagglomerationen zu gewährleisten, erfolgt ein hierarchischer und modularer Aufbau des Gesamtmodells.

2.1.4 AP 140 Modellbestätigung

Parallel zu AP 130 wurde AP 140 durchgeführt. Ziel dieses Arbeitspakets war es, die Modellerstellung zu überwachen, das erstellte Modell zu validieren und zu verifizieren. Auf diesem Wege war zu sichern, dass das Modell die in der Realität zu findenden Zusammenhänge korrekt abbildet und eine praxisrelevante Modellierung stattfand.

Ergebnis:

Um die Modellbildung mit der Realität abzugleichen wurden einerseits die prognostizierten Tagesganglinien der Unternehmensströme mit den Angaben der Fragebögen abgeglichen. Zudem wurden ausgewählte Verantwortungsträger der betrachteten Betriebsstätten die Ergebnisse vorgestellt, um strukturelle Abweichungen der Ist-Situation von den Modellprognosen auszuschließen. Sowohl die Auswertung der Kennzahlenangaben aus den Fragebögen wie auch die Expertenbefragung haben keine Fehler der Modellbildung aufgezeigt, sondern vielmehr die Gültigkeit der Modellbildung bestätigt.²⁹ Daher ist das Modell als valide, objektiv, zweckadäquat und empirisch abgesichert zu bewerten.

Die Arbeiten an den AP 110 bis 130 waren in ständiger Rückkopplung mit den Praxispartnern sowie insbesondere mit dem Partner HFU vorgenommen worden, so dass sowohl die Darstellung der Realität als auch die Umsetzung der Ergebnisse in AP 200 gewährleistet war.

²⁹ Namentlich wurden folgende Firmen in die Befragung einbezogen: Roland Umschlagsgesellschaft für kombinierten Güterverkehr mbh & Co. KG, Dettmer Container Packing (DCP) GmbH & Co. KG, Heinrich Langhorst & Co. KG, FIEGE Deutschland GmbH, Rautenhaus Spedition OHG, Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG, Kühne + Nagel (AG & Co.) KG, Henry Lamotte Food GmbH und die Sandstedt GmbH & Co. KG.

2.1.5 AP 150 Systemanalyse GVZ Dresden

Entsprechend der Inhalte in AP 110 wurde in AP 150 eine Systemanalyse des GVZ Dresden durchgeführt. AP 150 war Input für AP 160.

Ergebnis:

Die Systemanalyse des GVZ Dresden wurde parallel zur Systemanalyse des GVZ Bremen vorbereitet und bei der Auslegung des Referenzmodellentwurfs mit einbezogen. Der Schwerpunkt der Analyse wurde in einem zweitägigen Workshop vor Ort in Verbindung mit den Partnern (DGG, HFU, Emons und LUB) vom 04. bis zum 05.11.2010 vorgenommen. Dabei wurde vor Ort das gesamte GVZ begangen, um die Anlagen zu katalogisieren und mit den Mitarbeitern der jeweiligen Betreiber die Prozesse aufzunehmen und hinsichtlich der Gefahrenanfälligkeit, der Risikoauswirkungen und der Vermeidungsmöglichkeiten zu bewerten. Im Anschluss wurden auch wichtige Kunden (wie das VW-Werk in Dresden) von Unternehmen des GVZ hinsichtlich der maßgeblichen Aspekte möglicher Prozessgefährdungen und der notwendigen Versorgungssicherheit befragt.



Abbildung 7: KV-Terminalleitstand des GVZ Dresden

Vertiefend wurden mit dem Partnern LUB und Emons einzelne Störereignisse der vergangenen Jahre eingehend besprochen und daraus allgemeingültige Konsequenzen abgeleitet. Zudem wurden die verstärkten Maßnahmen zur Sicherung der Betriebsgelände im GVZ eingehend thematisiert. Abschließend wurden die durch die LUB bereitgestellten Tagesganglinien diskutiert und mit den für das GVZ Bremen ermittelten Tagesganglinien abgeglichen. Unterschiede zeigten sich nur in Einzelfällen bei Versorgungsstrukturen mit besonderen zeitlichen Bedarfsstrukturen bei den Abnehmern.

2.1.6 AP 160 Modellierung und Modellbestätigung GVZ Dresden

Entsprechend der Inhalte der AP 130 und 140 war im AP 160 eine Modellierung des GVZ Dresden vorzunehmen. Es wurde dabei auf das in AP 130 ausgewählte Modellierungswerkzeug zurückgegriffen. Die Ergebnisse der AP 130 und 160 stellen den Input für AP 200 dar.

Ergebnis:

Das GVZ Dresden wurde analog zum GVZ Bremen mit Hilfe von Unternehmens-Clustern konfiguriert, die das Verhalten der Akteure im Allgemeinen und deren Austauschverhalten im Speziellen abbilden. Hierzu wurden auch das Aufkommen an Ladungsträgern hinsichtlich des Warenein- und -ausgangs mittels Reichweitenanalyse (durchschnittliche Entfernung der Transportstrecke für ein- und ausgehende Lieferungen) und Tagesganglinienabgleichs (Ermittlung des Verlaufs der Warenbewegungen über den Tag hinweg) analysiert. Hierbei konnte belegt werden, dass die für Bremen ermittelten Clusterzuordnungen auch für die Strukturen des GVZ Dresden repräsentativ sind, so dass die Modellbildung bestätigt werden konnte.

2.2 AP 200 Referenzmodellierung eines GVZ-Prozessmodells

Die Federführung des AP 200 lag bei der HFU. Das ISL wirkte mit bei der Erstellung der Anforderungsanalyse (AP 210), der darauf folgenden Strukturierung der Prozessebenen (AP 220) sowie der Modellierung der relevanten primären und sekundären GVZ-Prozesse (AP 240).

2.2.1 AP 210 Anforderungsanalyse

In AP 210 wurden durch die HFU in Zusammenarbeit mit den Praxispartnern die Anforderungen an das Referenzmodell formuliert. Der Einbezug der Praxispartner sollte sicherstellen, dass sich das Modell an den Anforderungen der Bedarfsträger orientiert. Da AP 210 die Schnittstelle zu der Agentenbasierten Modellierung und Simulation bildete, war vom ISL dafür Sorge zu tragen, dass das Referenzmodell auch den Ansprüchen an die hauptverantwortlich durch das ISL durchzuführenden Arbeitspakete 400, 500 und 600 genügt.

Ergebnis:

In diesem Teilarbeitspaket stellte das ISL zusammen mit der GVZ-E Bremen auf Grund ihrer Erfahrungen quasi die Schnittstelle zwischen dem Federführer HFU und den Praxispartnern dar mit dem Ergebnis, dass das Referenz-GVZ-Prozessmodell den Anforderungen an die Praxis genügen kann. Im Weiteren konnte durch das ISL sichergestellt werden, dass im späteren Verlauf des Projektes die Schnittstellen zwischen dem Agentenbasierten Modell und dem Simulationsmodul auf Basis von Plant Simulation konfigurierbar waren.

2.2.2 AP 220 Strukturierung der Prozessebenen

Aufbauend auf dem im AP 100 exemplarisch beschriebenen Modell wurde in diesem Arbeitspaket die Strukturierung des Referenzmodells vorgenommen. Das ISL bildete hier als federführendes Institut für AP 100 die Schnittstelle zur HFU. Bei der Strukturierung des Referenzmodells wurde zunächst eine Metaebene für übergeordnete Planungsprozesse entworfen. Die darunter liegende Ebene sieht eine Unterteilung in Primär- (z.B. Wareneingangs- und Ausgangsprozesse) und Sekundärprozesse (z.B. Instandhaltung) vor.

Ergebnis:

Aus den Ergebnissen des vom ISL federführend geleiteten AP 100 sowie durch Rückkopplung zu den Praxispartnern sowie aus eigenen Kenntnissen lieferte das ISL wichtigen Input zur Strukturierung der Prozessebenen des Referenzmodells. In Einzelfällen, wurden Prozesse minutengenau in Teilprozesse zerlegt. Dieser Input wurde von der HFU aufgenommen und floss ein in die Referenzmodellierung.

2.2.3 AP 240 Modellierung der relevanten primären und sekundären GVZ-Prozesse

In AP 240 erfolgte die Modellierung des Referenzmodells durch die HFU mittels ereignisorientierter Prozessketten. Das ISL unterstützte hier zum einem auf Grund seines Know-hows bezüglich der GVZ-Modellierung, zum anderen wurde die Einhaltung der in AP 210 vereinbarten Standards und Anforderungen für die Arbeitspakete 400, 500 und 600 überprüft.

Ergebnis:

Auf der Basis des vorhandenen eigenen Know-hows wurde zur Modellierung der relevanten Prozesse beigetragen. Hierzu gab es zahlreiche Gespräche mit der GVZ-E Bremen, den weiteren Praxispartnern und der Hochschule Furtwangen. Zudem wurde immer wieder parallel überprüft, ob die Anwendbarkeit der Ergebnisse für die Arbeitspakete 400, 500 und 600 gegeben ist. Teilweise waren iterative Rückkopplungen notwendig.

2.2.4 AP 250 Bestätigung der Modelle

Die Verifikation und Validierung der Referenzmodellierung des GVZ-Prozessmodells war in AP 250 hauptverantwortlich durch die HFU durchzuführen. Das ISL und die GVZ-E Bremen standen als Feedbackgeber beratend zur Seite.

Ergebnis:

Durch die regelmäßige Information zum gegenwärtigen Stand der Modellierung, trugen das ISL und via ISL die GVZ-E Bremen durch ihr Feedback dazu bei, dass das Prozessmodell realitätsnah gestaltet werden konnte. In Zweifelsfällen holte das ISL zusätzlich Feedback bei den Projektpartnern aus der Logistik-Dienstleistungsbranche ein.

2.3 AP 300 Identifikation und Risikobewertung potenzieller Schadensszenarien

Im Rahmen des AP 300 (hauptverantwortlich: ISL) war ein Referenzportfolio für Schadensereignisse zu erstellen. Hierzu war zunächst eine Identifikation von Infrastrukturbereichen des GVZ notwendig, die ein mögliches Anschlagziel darstellen können bzw. im Fall unvorhergesehener Schadensereignisse eine hohe Schadenswirkung hinsichtlich der Warenflüsse mit sich bringen. Die Identifikation der Infrastrukturbereiche sollte beispielhaft am GVZ-Standort Bremen erfolgen, wobei auch andere Standorte einbezogen werden konnten, um eine repräsentative Auswahl zu erhalten. Es sollten besonders sensible Infrastrukturbereiche ausgewählt und für diese Schadensszenarien entworfen werden. Anhand dieser Szenarien hatte eine Bewertung der Auswirkungen der Schadensfälle zu erfolgen. Diese Szenarien waren mit den weiteren Ergebnissen des AP in einem Referenzportfolio für GVZ-Schadensszenarien zusammenzufassen.

2.3.1 AP 310 Auswahl potenzieller Anschlagziele

Aufgabe des AP 310 war es, Infrastrukturbereiche eines GVZ zu identifizieren, die mögliche Anschlagziele sein können bzw. im Fall unvorhergesehener Schadensereignisse eine hohe Schadenswirkung hinsichtlich der Unterbrechung der Warenflüsse mit sich bringen. Hierzu war auf eine spezifische Betrachtung des GVZ Bremen zurückzugreifen, aber auch der Standort Dresden war zu berücksichtigen, um die Repräsentativität zu erhöhen. Für die Untersuchungen waren Vor-Ort-Analysen mit Unterstützung der Praxispartner vorgesehen. Im Anschluss an die Identifikation der sensiblen Infrastrukturbereiche war eine Risikoabschätzung hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit von Anschlägen oder unvorhergesehenen Schadensereignissen vorgesehen. Den Szenarien mit den signifikantesten Eintrittswahrscheinlichkeiten wurde in den weiteren Arbeiten in der AP 320 und 330 besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Ergebnis:

Für die GVZ Bremen und Dresden wurden kritische Punkte der Infrastrukturen (Schiene und Straße), die bei Störungen die größten negativen Auswirkungen erwarten lassen, identifiziert, kartografisch dargestellt sowie fotografisch dokumentiert. Diese Punkte sind in erster Linie Kreuzungen bzw. Abschnitte, die im

Schadensfall nicht umfahren werden können. Anschließend wurden die Kapazitäten der Infrastrukturen an diesen kritischen Punkten und deren Auslastung im Tagesgang in Zusammenarbeit mit den Infrastrukturbetreibern (Bremen) ermittelt bzw. rechnerisch bestimmt (Dresden).

Für das GVZ Bremen wurden folgende kritische Punkte identifiziert, die bei (Teil-) Ausfällen auf Grund von Schadensereignissen teilweise erhebliche Störungen bei den Transporten nach sich ziehen würden:

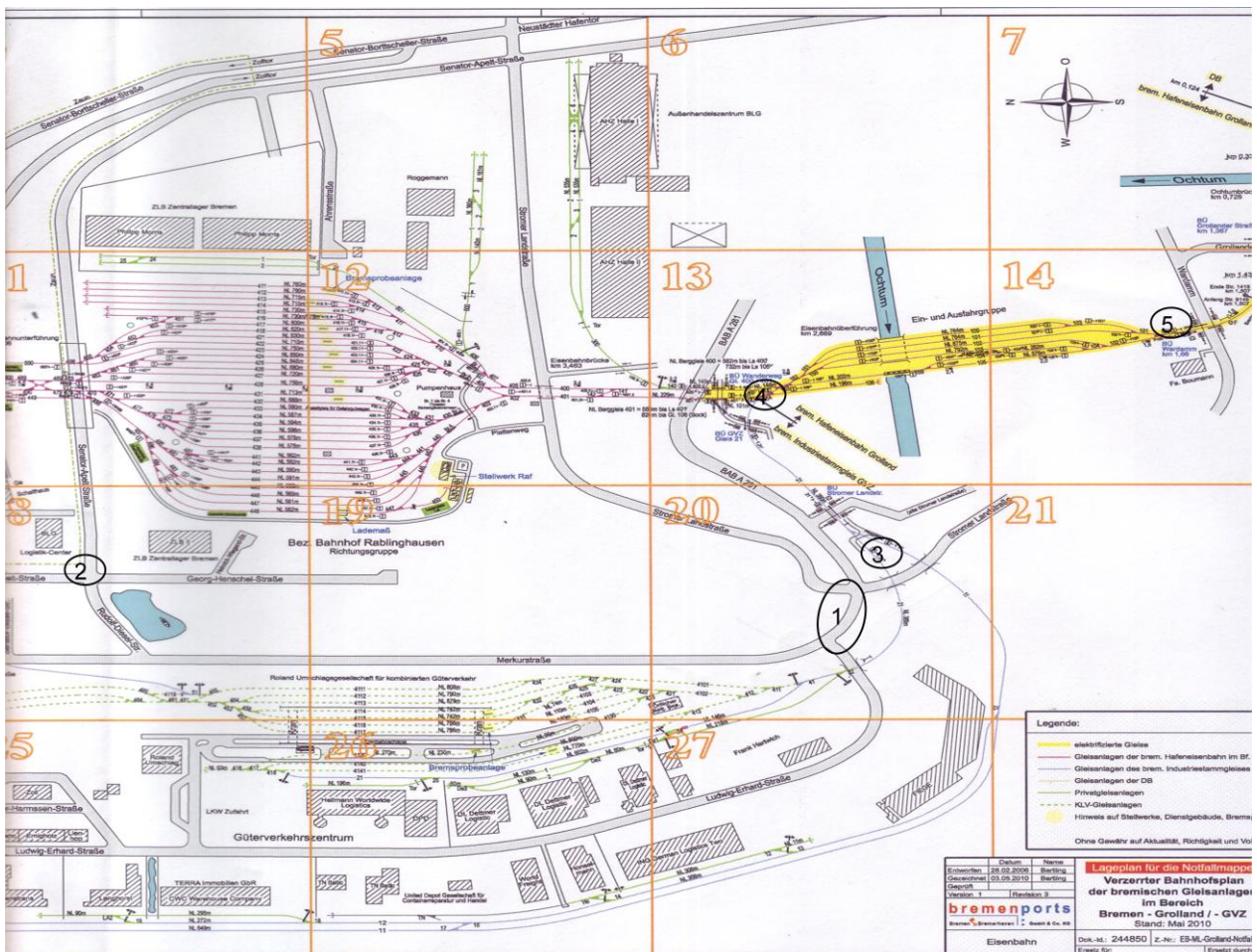


Abbildung 8: Kritische Punkte im GVZ Bremen (in Anlehnung an bremenports)

Kritische Punkte Infrastruktur GVZ Bremen:

1 = Kapazitätseinschränkung Straße

2 = Kapazitätseinschränkung Straße

1 + 2 Ausfall Straße

3 = Ausfall Terminal KV

4 = Ausfall Schiene GVZ

5 = Ausfall Schiene

Als limitierender Faktor der Kapazität der Straßeninfrastruktur wurde vom Amt für Straßen und Verkehr die Kreuzung Stromer Landstraße/Ludwig-Erhard-Straße/A 281 (Punkt 1) benannt. Die Kreuzungskapazität beträgt 2.000 LKW pro Stunde in das GVZ einfahrend und 1.800 LKW das GVZ verlassend. Für die Gleisanbindung des KV-Terminals (Punkte 3 und 4) wurde auf der Basis der Fahrpläne eine rechnerische Kapazität von sechs Fahrten pro Stunde ermittelt.

Im nächsten Schritt wurden Transportalternativen (Verkehrsträger) ermittelt, die bei größeren Störungen bei einem Verkehrsträger, bei denen der betroffene Verkehrsträger nicht mehr in der Lage ist, die Sendungen, für die er geplant ist, allein zu bewältigen. So wurde beispielsweise untersucht, welche Alternativen zur Verfügung stehen, wenn es zu Störungen im Kombinierten Verkehr kommt, also z. B. der Straßentransport, das Binnenschiff oder der konventionelle Wagenladungsverkehr mit der Eisenbahn. Beim Verkehrsträger Straße wurde weiterhin untersucht, ob es alternative Streckenführungen gibt und welche Kapazitäten auf diesen Routen zur Verfügung stehen.

2.3.2 AP 320 Bewertung des Ausmaßes eines möglichen Schadenseintritts

Für die in AP 310 ausgewählten Infrastrukturbereiche war in AP 320 die Bewertung der Schadensszenarien vorzunehmen. Den entwickelten Szenarien sollten detailliert die Auswirkungen des jeweiligen Schadensfalls zugeordnet werden. Durch die in AP 100 entwickelten Modelle der GVZ-Standorte Bremen und Dresden waren im Rahmen dieses AP die Auswirkungen gezielt nachzuweisen. Hierbei war das Ausmaß der Störungen auf die Prozesse des GVZ zu benennen und im Anschluss daran – wenn möglich – eine qualitative und quantitative Schadensbewertung vorzunehmen. Für eine Einschätzung der Szenarien stand die Expertise der Praxispartner zur Verfügung.

Ergebnis:

Auf dieser Basis wurden Schadensszenarien für den Straßen- und Schienenverkehr entwickelt, bei denen nach der Dauer der Störung (kurz-, mittel- und langfristig) sowie dem Ausmaß der Störung unterschieden wurde. Dazu wurden Alternativen

entwickelt, mit denen den Folgen des jeweiligen Störfalls begegnet werden kann, beispielsweise die Verschiebung von Fahrten in verkehrsärmeren Zeiten, Ladungs- und Laderaumausgleich oder Verlagerung auf andere Verkehrsträger. Eine zentrale Rolle spielt hierbei die als „Mediator“ bezeichnete Instanz, die in der Anwendung des zu entwickelnden Systems, die neutrale Institution darstellt, welche die zentrale Kommunikation zwischen den Unternehmen darstellt.

Da sich die Verkehrsanbindungen der GVZ Bremen und Dresden auf der Straße stark unterscheiden und auch die Zugriffsmöglichkeiten auf die jeweils nahe gelegenen Häfen unterschiedlich sind (ISPS-Code), mussten für die beiden Standorte teilweise unterschiedliche Szenarien entwickelt werden, was die Referenzbreite der Lösungen weiter erhöht.

Für die Bewertung der Auswirkungen eines Schadensereignisses sind folgende Größen von Bedeutung:

- Maximale Kapazität der Infrastruktur pro Stunde, d. h., wie viele Fahrzeuge (PKW, LKW, Züge) können die Infrastruktur je Richtung passieren,
- Tatsächliche Auslastung der Infrastruktur im Tagesgang,
- Maximale Kapazität der Suprastrukturen, z. B. der Lagerhäuser oder des KV-Terminals, d. h., wie viele Paletten und Ladungseinheiten (Container, Wechselbrücken, Sattelaufleger) können pro Stunde abgefertigt werden,
- Ausmaß des Ereignisses, d. h., in welchem Maße (in %) ist die Infrastruktur beeinträchtigt,
- Dauer der Beeinträchtigung, d. h. kann die Infrastruktur schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit (wenige Stunden) wieder so genutzt werden, dass keine oder nicht nennenswerte Nutzungseinschränkungen bestehen, oder dauert die Störung mehrere Tage.

Während des Bearbeitungszeitraumes gab es im GVZ Bremen zwei Verkehrsunfälle. Bei einem der Störfälle stießen auf der wichtigsten Straßenanbindung zwei LKW zusammen, von denen einer umstürzte, aufwändig geborgen werden musste und die betroffene Zufahrt für mehrere Stunden blockiert wurde. Bei dem anderen Vorfall fuhr ein KV-Zug, der von der Vorstellgruppe Richtung KV-Terminal gedrückt wurde, eine Rangiereinheit in die Flanke wodurch mehrere Waggons entgleisten und einige Ladungseinheiten von den Waggons stürzten. Ein Fahrleitungsmast wurde

abknickte, so dass der gesamte Bereich längere Zeit ohne Fahrstrom blieb. Zudem wurde bei einer Lokomotive der Tank beschädigt und es liefen rund 400 Liter Dieselkraftstoff aus. Die notwendigen Arbeiten am Erdreich haben die Bergungszeit auf fast 2 Tage verlängert.



Abbildung 9: Bilder der Störungen bzw. Unfälle innerhalb der Projektlaufzeit

Mit Vertretern von betroffenen Unternehmen (ACOS und Roland-Umschlag) wurden Gespräche geführt um festzustellen, wie diese auf die Störfälle reagiert hatten und wie lange es gedauert hatte, bis die jeweiligen Infrastrukturen wieder nutzbar waren. In diesen Gesprächen wurden die entsprechenden kritischen Punkte und die Szenarien bestätigt. Die Dauer des jeweiligen Ausfalls der Infrastrukturen war ein wichtiger Input für das Projekt. So war die Stelle des LKW-Unfalls nach rund 4 Stunden geräumt, beim Zugunfall war nach 20 Stunden wieder eingeschränkter Betrieb möglich.



Abbildung 10: Zeitungsberichte zu den Störungen bzw. Unfällen innerhalb der Projektlaufzeit

In einem besonderen Szenario wurde der Ausfall sämtlicher Infrastrukturen eines GVZ zu einem Seehafen dargestellt und hier untersucht, inwieweit durch die Kommunikation des Mediators mit den Mediatoren anderer GVZ sowie den jeweiligen Unternehmen in den anderen GVZ die Folgen im Seehafenhinterlandverkehr mit Containern aufgefangen werden könnten. Es wurde darauf basierend dargestellt, wie unternehmens- und GVZ-übergreifend mit Störungen umgegangen werden kann.

Die Schadensereignisanalyse wurde in drei Schritten vorgenommen:

- (1) Analyse der Schadenswirkung
- (2) Analyse der Schadenseintrittswahrscheinlichkeit
- (3) Multiplikative Verknüpfung der durchschnittlichen Schadenswirkung und durchschnittlicher Schadenseintrittswahrscheinlichkeit

Im ersten Schritt wurden die definierten Schadensereignisse (Szenarien) in einer Befragung Experten zur Bewertung der Schadenswirkungen vorgelegt (von 1 = unbedeutend bis 5 = hohe Bedeutung). Aus den verschiedenen Bewertungen wurde

der Mittelwert gebildet. Im zweiten Schritt wurden die Experten gebeten, die Eintrittswahrscheinlichkeit von Schadensereignissen zu bewerten (1 = niedrige, 2 = mittlere und 3 = hohe Wahrscheinlichkeit). Auch von diesen Ergebnissen wurde der Mittelwert gebildet. Im dritten Bearbeitungsschritt wurden die Mittelwerte aus den Schritten eins und zwei miteinander multipliziert, um erkennen zu können, welche Szenarien relativ hohe Schadenswirkungen bei einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit aufweisen und umgekehrt. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel der Schadensanalyse.

	durchschn. Schadensbewertung aus Befragung (1 - 5 Punkte)	Ranking aus Befragung	Geschätzte Schadenseintrittswahrscheinlichkeit (1 - 3 Punkte)	Multiplikative Verknüpfung von Schadenswirkung und Eintrittswahrscheinlichkeit (1 - 5 = grün, > 5 - < 10 = gelb, 10 - 15 = rot)	
2	Behinderungen durch Extremwetterlagen:	3,68			
2.1	Schneeproblematik hinsichtlich der Zufahrten und der Verkehrsflächen innerhalb der GVZ-Grundstücke	4,2	10	1,75	7,35
2.2	Orkanartige Winde (mit einhergehender Betriebseinstellung von Kranen in KV-Terminals und im Hafengebiet)	3,8	15	1,5	5,7
2.3	Extremniederschläge und Blitzschlag	3,6	21	1,75	6,3
2.4	Hochwasser und Sturmflut	3,8	16	1	3,8
2.5	Außerordentliche Hitzewellen	3	28	1,5	4,5

Abbildung 11: Schadensanalyse

2.3.3 AP 330 Szenariobeschreibung

In AP 330 waren die Analysen der vorhergehenden AP 310 und 320 zusammenzufassen und für die in AP 320 betrachteten Szenarien detaillierte Szenariobeschreibungen zu erstellen, die Eintrittswahrscheinlichkeit und Szenariobeschreibungen enthalten. Die Szenariobeschreibungen dienen als Grundlage für alle Arbeitspakete mit Schadensbezug. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die nachfolgenden Modellierungen und Simulationen (AP 500/600). Außerdem stellen die Szenariobeschreibungen die Ausgangslage für die zu erstellenden Notfallprozessbeschreibungen dar (AP 700). Die Szenariobeschreibungen waren mit der Liste der sensiblen Infrastrukturbereiche (siehe AP 310) einschließlich der Eintrittswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Szenarien zu einem Referenzportfolio für GVZ-Schadensszenarien zusammenzufassen.

Ergebnis:

Die in AP 320 aufgestellten Schadensszenarien wurden für beide GVZ-Standorte im Detail beschrieben und in Ablaufdiagrammen dargestellt. Die Szenarien für den Verkehrsträger Straße unterscheiden sich nach der angenommenen Tageszeit, Dauer und dem voraussichtlichen Ausmaß der Störung (Einschränkung der Nutzungsfähigkeit in % der maximalen Durchlassfähigkeit) und sind kumulativ zu betrachten, da bei größeren Störfällen nicht damit gerechnet werden kann, dass je nach Tageszeit, d. h. nach aktuellem bzw. gemäß Tagesganglinien zu erwartendem Verkehrsaufkommen, einzelne Maßnahmen ausreichen. Beim Verkehrsträger Schiene dagegen spielen lediglich Tageszeit und Dauer der Störung wichtige Rollen, nicht jedoch das Ausmaß, da diese Infrastruktur entweder nutzbar oder nicht nutzbar ist. Lediglich bei einer Störung im KV-Terminal selbst kann das Ausmaß einer Störung an der Suprastruktur eine Rolle spielen, wenn bspw. einer oder beide Portalkräne für den Umschlag der Ladungseinheiten ausfallen.

Die Szenariobeschreibung und die aus den Störfällen resultierenden Maßnahmen wurden in enger Abstimmung mit den Verantwortlichen für die AP 500/600 (Modellierungen und Simulationen) sowie AP 700 (Notfallprozessbeschreibungen) erstellt und neben der textlichen Beschreibungen in Sequenzdiagrammen visualisiert, um den Prozessbeteiligten die Abfolge der zu ergreifenden Maßnahmen zu verdeutlichen. Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Beispiel für ein Sequenzdiagramm.

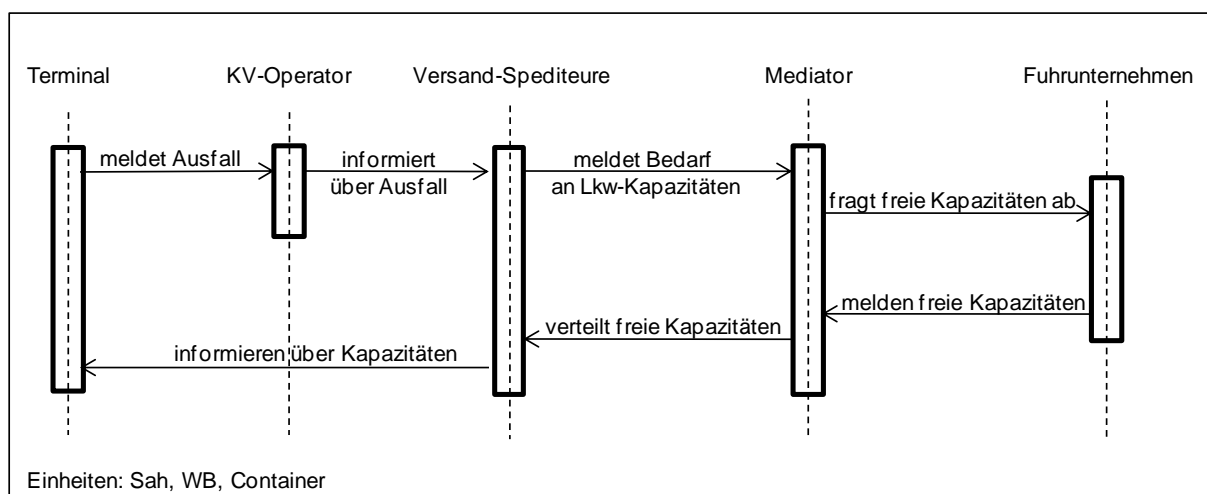


Abbildung 12: Beispiel für ein Sequenzdiagramm – Ausfall des KV-Terminals

2.4 AP 400 Agentenbasierte Modellierung

Basierend auf den Erkenntnissen aus den Arbeitspaketen 200 und 300 erfolgte im AP 400 unter Federführung des ISL die Konzeptionierung und Modellierung des Agentensystems.

Unter Verwendung der Gaia-Methode³⁰ wurden die Analyse und das Design des agentenbasierten Modells mit Hilfe der Unified Modeling Language (UML) durchgeführt. Dabei spielte insbesondere die Untersuchung des Grades der Vernetzung und die Möglichkeit des autonomen Handelns der Agenten eine wichtige Rolle. Der Blick richtete sich hier besonders auf die Dynamik des Gesamtsystems.

Im Anschluss wurden die gesamte Systemarchitektur des Agentenmodells sowie die Agentenumwelt und der Agentenkontext festgelegt (Agententypen und deren Beziehungen zueinander). Dabei wurden folgende Teilarbeitspakete bearbeitet:

- AP 410 Konzeption des Agentensystems
- AP 420 Konzeption der Kommunikation und der Schnittstellen
- AP 430 Konzeption und Implementierung des Simulationskerns
- AP 440 Bestätigung des Teilmodells

2.4.1 AP 410 Konzeption des Agentensystems

Das in AP 200 entwickelte Referenzmodell diente dem hier entworfenen Agentensystem als Grundlage, wobei eine spezifischere Identifikation der einzelnen Akteure bzw. Ressourcen vorgenommen wurde. Um die unterschiedlichen Ausprägungen der beteiligten Objekte besser klassifizieren zu können, folgte zunächst eine Einteilung der relevanten Rollen in aktive und passive Objekte. Als zentrale Eigenschaften aller Objekte wurden die maximale und die momentan vorhandene Kapazität bezüglich der Transport-/Umschlagsleistung festgestellt. Über diese Werte lassen sich Aussagen sowohl über den Zustand einer bestimmten Ressource als auch über die Eignung eines ausgewählten Akteurs bezüglich einer eventuellen Dispositions-Restrukturierung treffen. Die folgende Abbildung zeigt die identifizierten Rollen und deren Abhängigkeiten untereinander:

³⁰ Vgl. etwa Ickerott, I. (2007).

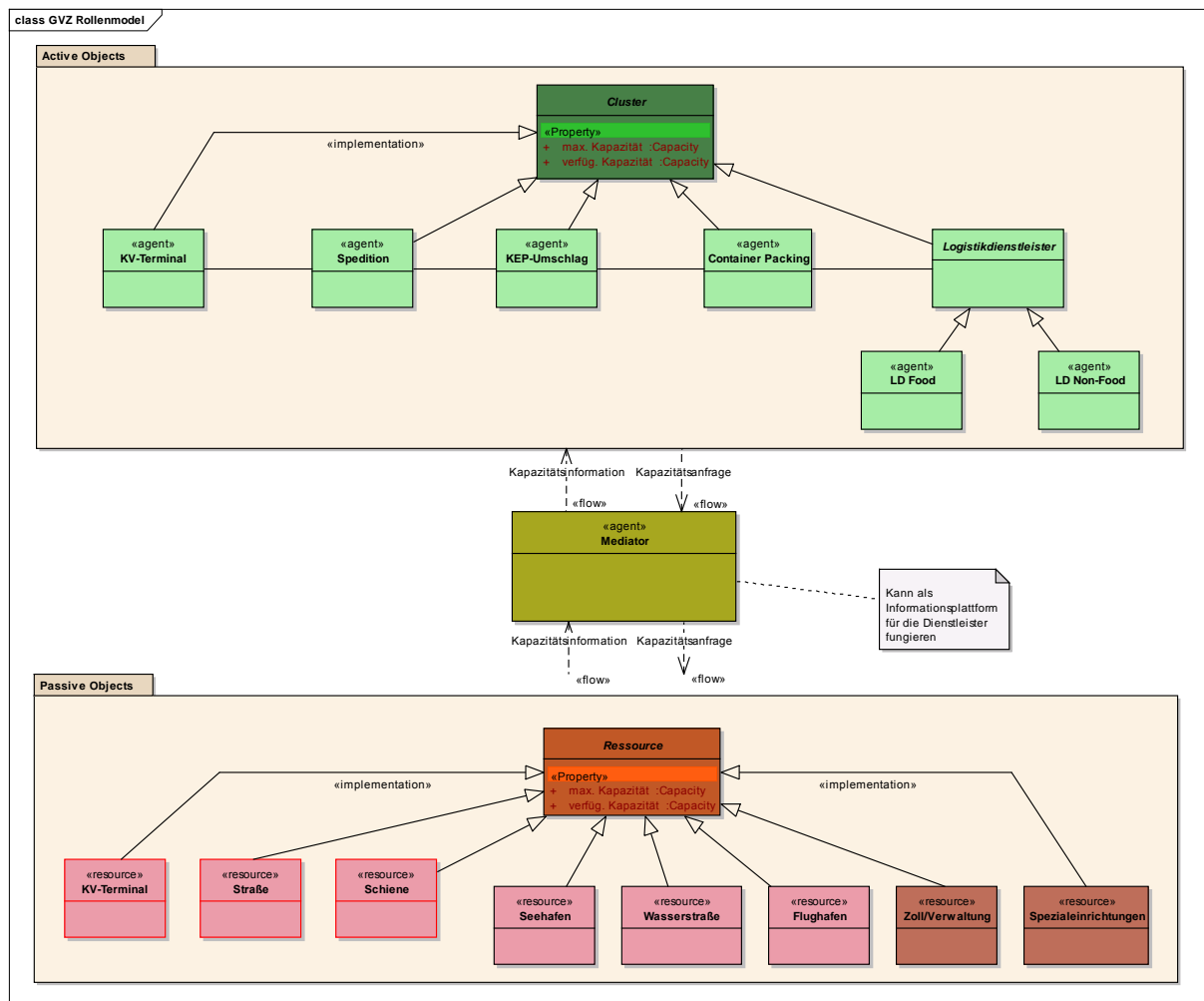


Abbildung 13: GVZ Rollenmodell

Damit die Übermittlung von Kapazitätsinformationen und das Steuern der Verhandlungsprozesse zwischen den einzelnen Akteuren besser koordiniert werden konnten, wurde als zentrale Kommunikationseinheit zwischen den aktiven und passiven Objekten der sogenannte Mediator-Agent eingesetzt. Dieser Mediator stößt basierend auf einer internen Entscheidungsmatrix die entsprechenden Abläufe an, die beispielsweise einen restrukturierten Transportablauf als Ergebnis haben. Auch eine dynamisch durchgeführte d , t , q – Anpassung ist als Ergebnis der durchgeführten Berechnungen möglich.

Bei der Aushandlung von Kapazitäts-Umschichtungen kommt das sogenannte Contract-Net-Protokoll zum Einsatz (siehe Abbildung 14). Hierbei werden zunächst alle Akteure angefragt, ob sie für einen bestimmten Zeitraum eine zusätzliche Transportleistung durchführen könnten. Diese melden dann ihre Antwort zurück an den Mediator. Daraufhin entscheidet der Mediator nun an Hand bestimmter topographischer oder durch Priorisierung bedingter Parameter, welche Akteure für

die Ausführung zusätzlicher Transporte geeignet sind. Im Falle der Simulation wurde davon ausgegangen, dass Akteure die theoretischen Kapazitäten besitzen, diese auch immer dem System zur Verfügung stellen werden. So konnte der komplette Kommunikationsablauf mit Hilfe von Agenten nachgestellt werden.

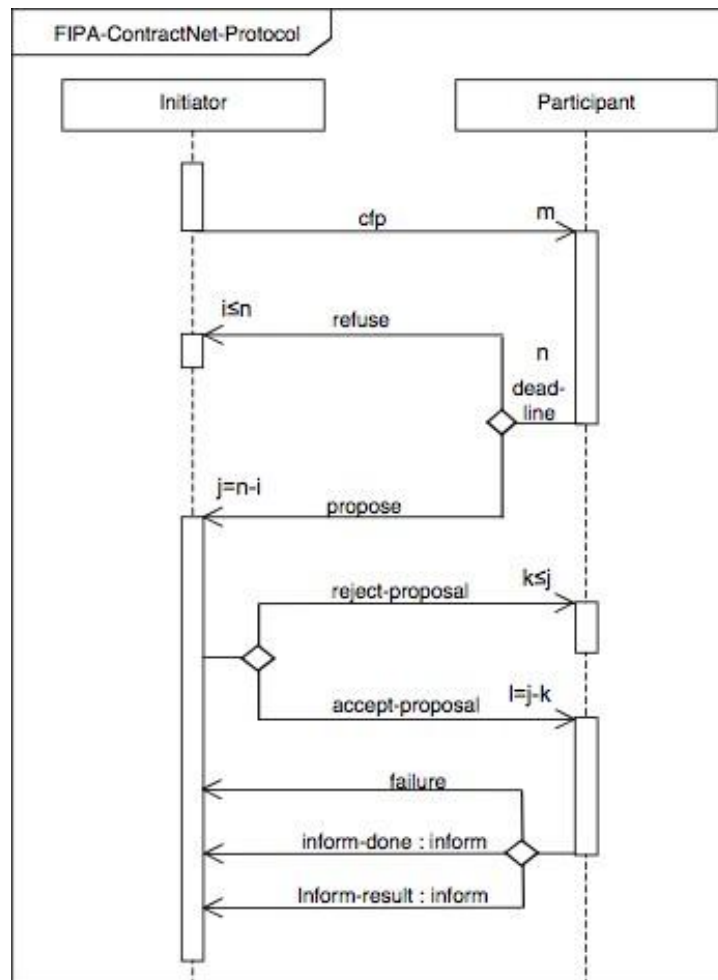


Abbildung 14: FIPA-ContractNet-Protokoll

Zur Umsetzung des Agentensystems wurde das JADE-Framework verwendet, da dieses Framework über alle notwendigen Basisfunktionalitäten verfügt, gut skalierbar ist und ausführlich dokumentiert sowie der Quellcode frei zugänglich ist. Zudem ist das Framework als freie Software unter der GNU LGPL Lizenz verfügbar, die dessen freien Einsatz im Rahmen des Projekts sowie darüber hinaus erlaubt. Weiterhin hat dieses Agenten-Framework bereits erfolgreich in einem anderen Projekt Anwendung gefunden.

2.4.2 AP 420 Konzeption der Kommunikation und der Schnittstellen

Kern dieses Arbeitspaketes ist die Konzeption der notwendigen Schnittstellen zwischen dem Agentensystem und der Simulationsumgebung. Da für die

Realisierung des Agentensystems das JADE-Framework herangezogen wurde, ist das Protokoll für die Kommunikation der Agenten untereinander durch die FIPA-konforme Umsetzung des Frameworks bereits vorgegeben und muss nicht weitergehend entwickelt werden. Vielmehr wurde hier eine Ontologie festgelegt, damit die Agenten bezüglich der Anwendungsdomäne in der sie agieren auf gemeinsame Sprachkonstrukte wie beispielsweise eine „Kapazitätsreservierung“ zurückgreifen und diese auch maschinell verarbeiten können.

Um das Multiagentensystem (MAS) mit der Simulationsumgebung zu verknüpfen, wurde eine XML-basierte Schnittstelle geschaffen. So können Nachrichten zwischen den beiden Systemen in einer wohldefinierten, strukturierten Form ausgetauscht werden (siehe

Abbildung 15). Die Übermittlung der Daten findet über eine direkte Verbindung (Point-to-Point) statt. Um eine höhere Verfügbarkeit zu erreichen, ließe sich auch eine Datei-basierte Übermittlung der XML-Daten beispielsweise über FTP einrichten.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF8"?>
<CapacityUpdateInformation>
  <ObjectID>KV</ObjectID>
  <AvailableCapacity>170</AvailableCapacity>
  <EventTime>000:08:00:00.0000</EventTime>
  <StartTime>000:08:20:00.0000</StartTime>
  <Duration>240</Duration>
</CapacityUpdateInformation>
```

Abbildung 15: Beispiel einer Nachricht an das MAS

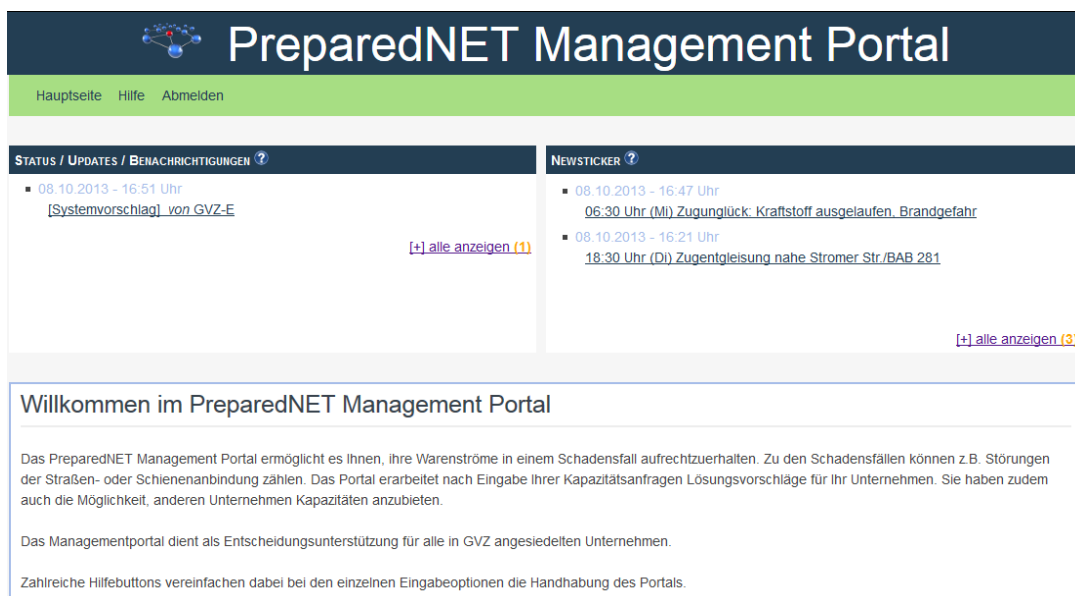
Ein weiterer zu beachtender Aspekt ist die Synchronisierung der über die Schnittstelle übermittelten Daten. Da die Übertragung der Daten üblicherweise nebenläufig durchgeführt wird, arbeiten beide Systeme währenddessen parallel weiter. Im Echtzeit-Betrieb sollte es auf Grund der sehr geringen Berechnungsdauern keine Probleme bezüglich der Synchronität geben. Bei simulierten Szenarien wird jedoch die Zeit erheblich gerafft, was schließlich zu Konflikten im Nachfrage- bzw. Antwortverhalten der Systeme führen kann. Ein Pausieren der Simulation während der Durchführung von Kommunikationsprozessen sollte daher bei der Konzeption berücksichtigt werden.

2.4.3 AP 430 Konzeption und Implementierung des Simulationskerns

Die in diesem Arbeitspaket zu entwerfende und zu implementierende Simulationskomponente sollte ursprünglich dazu dienen, die lokale Validierung des

Agentenmodells zu erleichtern. Wie sich jedoch herausstellte, ist eine Verbindung zwischen Agentensystem und Plant Simulation eleganter zu realisieren als zunächst angenommen. Dadurch wurde die Implementierung einer redundanten, nur zu Testzwecken benötigten Simulationskomponente überflüssig und die spätere Validierung des Agentenmodells konnte direkt mit dem in Plant Simulation hinterlegten Simulationsmodell durchgeführt werden.

Die dadurch freigewordenen zeitlichen Ressourcen dieses Arbeitspaketes konnten dann in die inhaltlich und kapazitiv sehr anspruchsvolle Implementierung des Agentensystems (siehe AP 520) überführt werden. Weiterhin wurde dadurch die Entwicklung einer Web-Anwendung realisierbar, mit der nicht nur die Steuerung des MAS ermöglicht werden konnte, sondern ebenfalls das Zusammenspiel von Testnutzern untereinander und in Kooperation mit dem MAS erforschbar.



PreparedNET Management Portal

Hauptseite Hilfe Abmelden

STATUS / UPDATES / BENACHRICHTIGUNGEN

- 08.10.2013 - 16:51 Uhr
[\[Systemvorschlag\] von GVZ-E](#)
[\[+\] alle anzeigen \(1\)](#)

NEWTICKER

- 08.10.2013 - 16:47 Uhr
06:30 Uhr (Mi) Zugunglück: Kraftstoff ausgelaufen, Brandgefahr
- 08.10.2013 - 16:21 Uhr
18:30 Uhr (Di) Zugentgleisung nahe Stromer Str./BAB 281
[\[+\] alle anzeigen \(3\)](#)

Willkommen im PreparedNET Management Portal

Das PreparedNET Management Portal ermöglicht es Ihnen, ihre Warenströme in einem Schadensfall aufrechtzuerhalten. Zu den Schadensfällen können z.B. Störungen der Straßen- oder Schienenanbindung zählen. Das Portal erarbeitet nach Eingabe Ihrer Kapazitätsanfragen Lösungsvorschläge für Ihr Unternehmen. Sie haben zudem auch die Möglichkeit, anderen Unternehmen Kapazitäten anzubieten.

Das Managementportal dient als Entscheidungsunterstützung für alle in GVZ angesiedelten Unternehmen.

Zahlreiche Hilfebuttons vereinfachen dabei bei den einzelnen Eingabeoptionen die Handhabung des Portals.

Abbildung 16: Web-Anwendung

Die Web-Anwendung wurde so konzipiert, dass sie direkt über die Inhalte einer Datenbank mit dem MAS kommuniziert. Für den produktiven Einsatz wäre hier eine Entkopplung der Kommunikation beispielsweise über den Einsatz von Web-Services denkbar.

2.4.4 AP 440 Bestätigung des Teilmodells

Nach ausführlichen Tests und unter ständiger Rückkopplung mit der HFU hinsichtlich der Entwicklung des Simulationsmodells konnte die einwandfreie Funktionsweise in Bezug auf das entworfene Agentenmodell sichergestellt werden. Im weiteren Verlauf

wurden unabhängig vom Simulationsmodell iterativ noch einige Modell-Anpassungen während der Entwicklung und des Tests der Web-Anwendung durchgeführt. Zusätzlich wurde eine einfache Testumgebung (siehe Abbildung 17) entwickelt die den Zustand bzw. den Ablauf einer Kapazitätsverhandlung zur Laufzeit visualisiert, um den Entwicklern eine zeitnahe Rückkopplung etwaiger Änderungen am Modell zu geben.

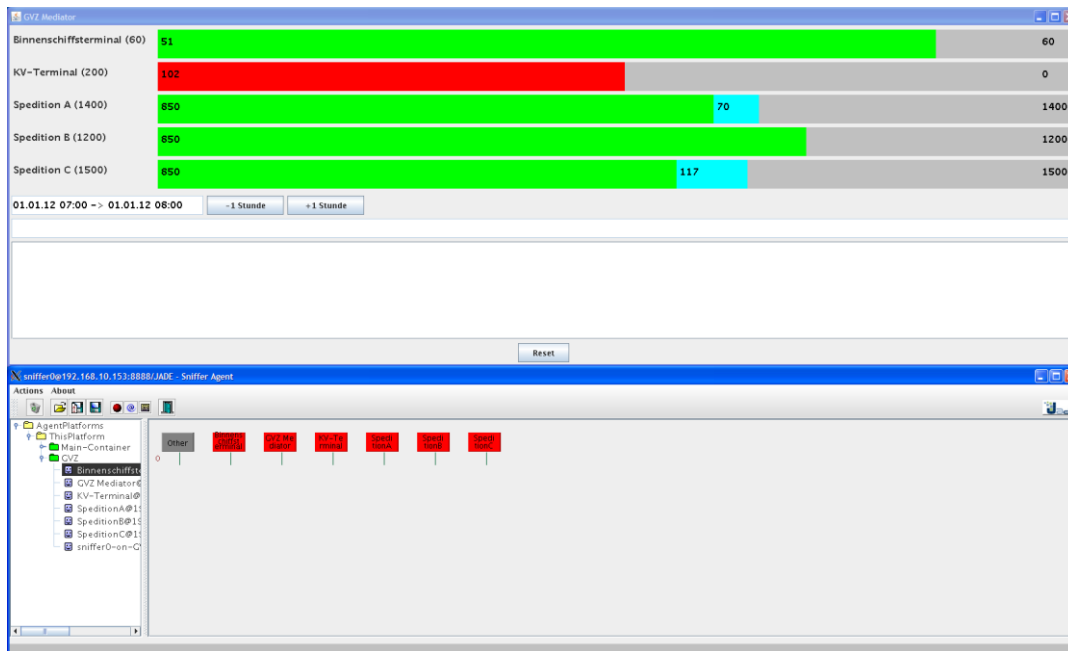


Abbildung 17: Testumgebung

So konnten beispielsweise letzte Unstimmigkeit beim Entwurf der Umverteilungsstrategien schnell erfasst und effizient beseitigt werden. Der Einsatz dieser Visualisierungskomponente trug schließlich zu der hohen Qualität der entwickelten Software bei.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die agentenbasierte Modellierung den Erwartungen entsprechend erfolgreich umgesetzt und validiert werden konnte. Somit wurde eine solide Basis für die in AP 500 folgende softwaretechnische Umsetzung des Modells geschaffen.

2.5 AP 500 Erforschung und Konfiguration des agentenbasierten Simulationsmodells

Ziel dieses Arbeitspaketes war die softwaretechnische Umsetzung des in AP 400 konzeptionierten Agentensystems und dessen Kopplung mit dem von der HFU konfigurierten Simulationssystem. Folgende zugehörige Teilarbeitspakete wurden hier bearbeitet:

- AP 510 Modellbildung für den GVZ-Verbund
- AP 520 Einbindung der Agentenlogik
- AP 530 Kopplungsbedingte Modellanpassungen
- AP 540 Validierung und Verifikation

2.5.1 AP 510 Modellbildung für den GVZ-Verbund

Als Ergebnis dieses Arbeitspaketes wurde das in AP 400 konzeptionierte Agentenmodell mit dem auf AP 200 basierenden Simulationsmodell verbunden, um den Informationsfluss hinsichtlich Statusänderungen und Vorschlägen bzgl. der Umstrukturierung von Transportflüssen sicherzustellen. Die Schnittstelle zum Simulationssystem besteht aus einer seriellen Datenverbindung, über die strukturierte Daten in XML übertragen werden.

Wird durch den Eintritt eines Schadensfalls eine Restrukturierung der Transportabläufe notwendig, so wird diese primär über eine Umverteilung von Kapazitäten im Multiagentensystem (MAS) umgesetzt. Dabei findet die Auswahl der anzuwendenden Strategien in einem iterativen, kaskadenartigen Prozess statt, der solange durchgeführt wird, bis der Kapazitätsengpass überwunden wurde oder keine weiteren freien Kapazitäten mehr vorhanden sind. Ein wichtiger Parameter bei der Umverteilung der Kapazitäten ist die Priorisierung einzelner Cluster bzw. Akteure oder Notfallstrategien, die es erlaubt, für jedes Unternehmen festzulegen, mit welchen anderen Akteuren der Logistikagglomeration bzw. Strategien es in Stresssituation bevorzugt kooperiert respektive agiert. Dadurch lässt sich unter anderem die Umschichtung der Kapazitäten zwischen den einzelnen Clustern allgemein besser regulieren.

Die normale Kapazitätsauslastung der einzelnen Akteure wird in sogenannten Tagesganglinien festgehalten. In diesen Tagesgängen sind die verfügbaren Transport-Kapazitäten über die Zeit eingetragen. Da diese Daten eher statischer

Natur sind, besteht keine Notwendigkeit sie über die Schnittstelle auszutauschen. Es ist jedoch auf die Synchronität der Tagesganglinien im MAS und im Simulationssystem zu achten, da sonst die Konsistenz der Ergebnisse nicht mehr gegeben ist. Ähnlich wie beim Nachrichtenaustausch zwischen MAS und Simulationssystem sind die Daten dateibasiert im XML-Format abgelegt.

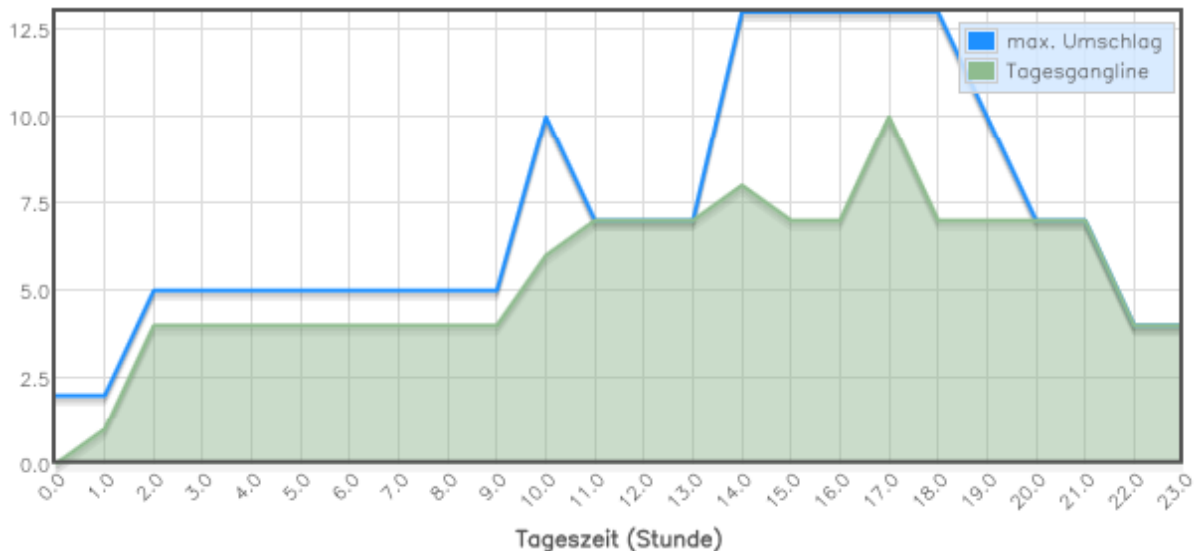


Abbildung 18: Beispiel Tagesgang

Als Besonderheit bei LKW-Speditionen wurde bei der Modellierung des Tagesgangs zwischen den tatsächlich bewegten Transport-Einheiten und den noch theoretisch zur Verfügung stehenden LKWs unterschieden. So konnte zum einen die Belastung der zugeordneten Infrastruktur zu jedem Zeitpunkt kalkuliert, zum anderen jedoch auch die noch zur Verfügung stehenden Transportkapazitäten erfasst werden.

2.5.2 AP 520 Einbindung der Agentenlogik

Die Überführung des in AP 400 entwickelten Agentenmodells in ein voll konfiguriertes MAS samt Durchführung aller notwendigen Implementierungsaufgaben war Ziel dieses Arbeitspaketes. Dies beinhaltete beispielsweise die Entwicklung und Umsetzung eines Datenbank-Modells zum Abspeichern von Kapazitätsinformationen, wie auch die Konfiguration des Contract-Net-Protokolls, welches für die Kommunikation der Agenten untereinander zuständig ist. Abschließend wurde die Implementierung der Notfallstrategien zur Umverteilung von Kapazitäten im MAS vollständig durchgeführt.

Bei der Integration der Notfallstrategien in die Verhaltenslogik der Agenten wurde ein modulares Konzept angewendet, wodurch ein späterer Austausch oder eine

Erweiterung mit zusätzlichen Strategien relativ einfach umsetzbar ist. Die Erweiterbarkeit der Software-Komponenten war stets ein zentrales Anliegen während der Implementierungsphase. So wurde auch der Entwurf der Schnittstelle dahingehend gestaltet, dass sich später auf einfache Weise beliebige andere Systeme an das MAS ankoppeln können und den Datenaustausch durchführen können. Als gutes Beispiel hierfür erwies sich im weiteren Projektverlauf die Anbindung der Web-Anwendung an das MAS.

2.5.3 AP 530 Kopplungsbedingte Modellanpassungen

Da das Zusammenwirken der Systeme durch eine sorgfältige Modellierung sichergestellt wurde, waren kleinere kopplungsbedingte Anpassungen lediglich im Bereich der Schnittstelle zwischen MAS und Simulationssystem notwendig. Die Schnittstelle wurde in Java implementiert und weist dadurch einen hohen Grad an Flexibilität auf. Folglich konnten die notwendigen Modifikationen ohne größeren Aufwand durchgeführt werden.

Auf Grund der in AP 430 erwähnten freigewordenen Entwicklungs-Ressourcen, wurde im Rahmen dieses Arbeitspaketes zusätzlich noch die Konzeption und Umsetzung einer Web-Anwendung durchgeführt, um das Zusammenspiel zwischen MAS und deren Nutzern zu demonstrieren und die Kommunikation zwischen den Nutzern zu optimieren.

Die Kommunikation der Web-Anwendung mit dem MAS findet wie in AP 430 schon angedeutet teilweise direkt über die Inhalte der Datenbanktabellen, aber auch über Web-Service-Aufrufe statt. Der Web-Service des MAS ermöglicht beispielsweise die Initiierung eines Schadensszenarios und gibt nach dessen Analyse Informationen zur möglichen Kapazitätsumverteilung zurück. Ein Vorteil der Web-Service-Kommunikation ist die mögliche sowohl logische als auch physische Trennung des MAS-Systems vom Web-Anwendungs-Server und die dadurch entstehenden Potenziale in den Bereichen Verfügbarkeit, Robustheit und Skalierbarkeit.

```

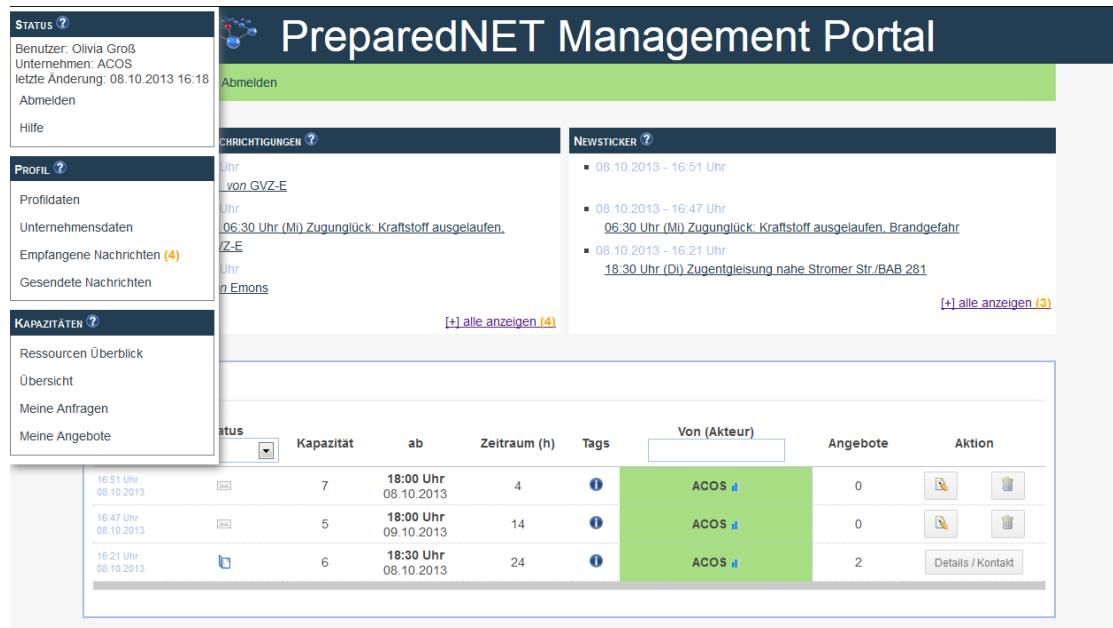
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  elementFormDefault="unqualified" version="1.0">
  <xs:element name="CapacityUpdateInformation">
    <xs:complexType>
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>
          The event time is the time at which this
          information has been sent. The start time
          describes the time the
          capacity change will take place. The duration is
          measured in
          minutes. Overlapping update periods for the same
          object are not
          allowed!
        </xs:documentation>
      </xs:annotation>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="GVZID" type="ObjectIDType" />
        <xs:element name="ObjectID" type="ObjectIDType" />
        <xs:element name="AvailableCapacity" type="CapacityType" />
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
  <xs:element name="CapacityReservationInformation">
    <xs:complexType>
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>
          The start time describes the time the capacity
          change will take place. The duration is measured
          in minutes.
        </xs:documentation>
      </xs:annotation>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="GVZID" type="ObjectIDType" />
        <xs:element name="ObjectID" type="ObjectIDType" />
        <xs:element
          name="AdditionalCapacity"
          type="CapacityType" />
        <xs:element name="StartTime" type="DateType" />
        <xs:element name="Duration" type="xs:long" />
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
  ...
</xs:schema>

```

Abbildung 19: Ausschnitt aus der Schnittstellen-Definition

Die Benutzeroberfläche der Web-Anwendung präsentiert sich dem Nutzer nach der Authentifizierung in der für dieses Anwendungs-Szenario üblichen Aufteilung mit einem statischen Informations-Bereich am oberen Rand, einem optional

einblendbaren Navigationsmenü am linken Rand und dem eigentlichen Arbeitsbereich in der Mitte.



Status	Kapazität	ab	Zeitraum (h)	Tags	Von (Akteur)	Angebote	Aktion
16:51 Uhr 08.10.2013	7	18:00 Uhr 08.10.2013	4	!	ACOS	0	
16:47 Uhr 08.10.2013	5	18:00 Uhr 09.10.2013	14	!	ACOS	0	
16:21 Uhr 08.10.2013	6	18:30 Uhr 08.10.2013	24	!	ACOS	2	Details / Kontakt

Abbildung 20: Bestandteile der Benutzeroberfläche

Für die Implementierung der Benutzeroberfläche wurde das sogenannte YAML-CSS-Framework³¹ herangezogen. Durch Einbindung dieser Software-Bibliothek gelang die Umsetzung einer einheitlichen und harmonischen Struktur der Web-Anwendung, was wiederum eine gesteigerte Benutzerfreundlichkeit zur Folge hatte. Außerdem lassen sich generelle Änderungen am Design wie bspw. Seitenaufteilung, Farbgestaltung oder Schriftartauswahl nachträglich relativ einfach durchführen.

Durch die Einbindung der JSFlot-Software-Bibliothek³² wurde eine übersichtliche Darstellung von Zeitreihen, wie sie beispielsweise in Tagesgängen vorkommen (vgl. Abbildung 21), erreicht. Zum Einsatz kam die Diagramm-Visualisierungsfunktionssammlung zum Beispiel bei der Eingabe eines Notfall-Szenarios, dass üblicherweise durch einen autorisierten GVZ-E-Vertreter angelegt wird.

³¹ YAML (Yet Another Multicolumn Layout) ist ein CSS-Framework und stellt ein browserübergreifendes Grundgerüst zur Verfügung, um barrierearme Webseiten mit vergleichsweise geringem Aufwand zu erstellen (<http://www.yaml.de>).

³² <https://code.google.com/p/jsflot/>.

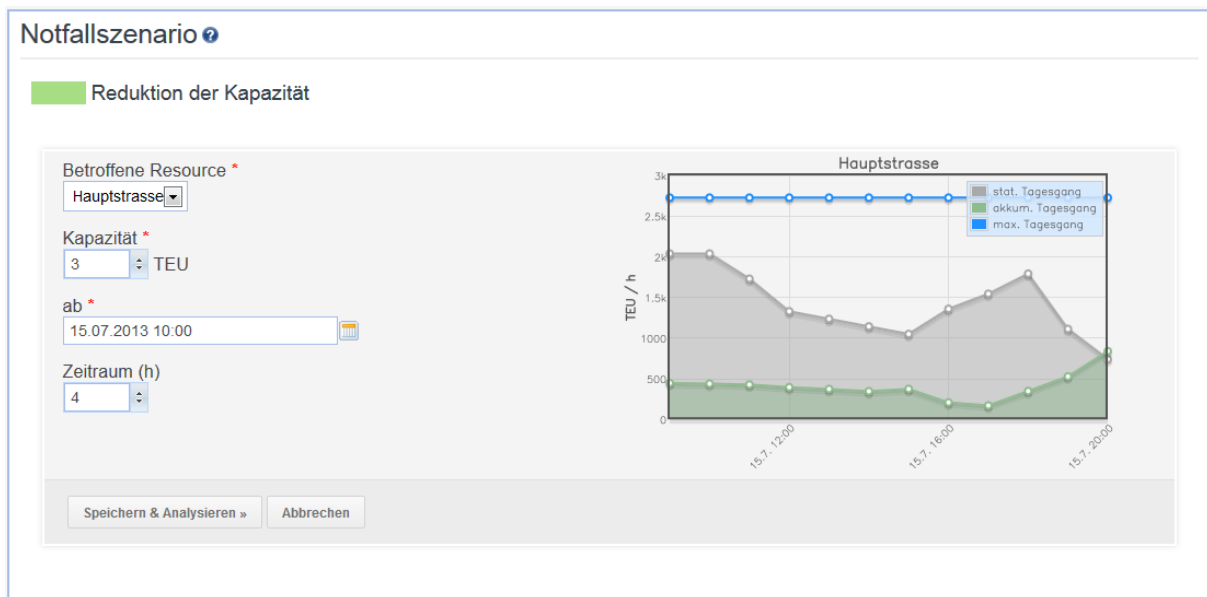


Abbildung 21: Eingabemaske für ein Notfallszenario

Das Diagramm zeigt hier den Tagesgang der ausgewählten Ressource in Grün, der sich additiv aus den im System hinterlegten Tagesgängen der Unternehmen ergibt, die diese Ressource nutzen. Zum Vergleich ist noch eine weitere Zeitreihe in Grau hinterlegt, die einen sich aus repräsentativen Zählungen ergebenden historischen Verlauf darstellt. Schließlich gibt die blaue Linie die für diese Ressource maximale verkehrliche Belastung wieder.

Weiterhin stellt diese Maske (Abbildung 21) hinsichtlich der Implementierung die Benutzerschnittstelle der Web-Anwendung zum MAS dar. Beim Klick auf „Speichern & Analysieren“ werden die für das Notfallszenario eingestellten Daten an das MAS übertragen. Daraufhin findet die Berechnung der Lösungsvorschläge statt, die dann direkt an die betroffenen Akteure als Nachricht gesendet werden.

Das Versenden der Lösungsvorschläge erfolgt nach einem vorgefilterten Broadcasting-Prinzip. Dabei werden die Empfänger zunächst anhand ihrer spezifischen Transportfähigkeiten (z. B. kann Gefahrgut transportieren) auf Übereinstimmung geprüft und anschließend wird die Nachricht gleichzeitig an alle in Frage kommenden Akteure versendet.

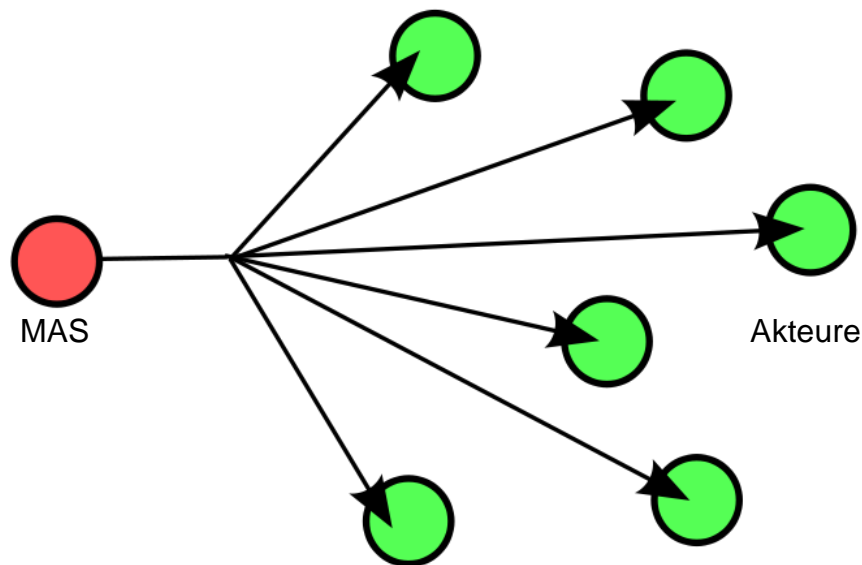


Abbildung 22: Broadcast-Prinzip

Die Akteure wiederum können den Lösungsvorschlag als Vorlage verwenden, um zeitnah eventuelle Kapazitätsanforderungen an andere Akteure zu senden und mit ihnen in Verhandlung zu treten. Während dieser Verhandlungen können sich die Akteure zusätzlich zu den Angeboten kurze Textnachrichten schicken, die dann chronologisch aufbereitet in unterschiedlichen Ansichten betrachtet werden können.



Abbildung 23: Nachrichtenaustausch zwischen zwei Nutzern

Die Entwicklung der Web-Anwendung erwies sich im späteren Verlauf des Projekts als äußerst nützlich hinsichtlich der Entwicklung des Interimskonzepts, da diese einen wesentlich dynamischeren Ansatz zur Problemlösung im Falle von Kapazitätsengpässen darstellt, als es ein ausschließlich schriftlich fixierter Anweisungskatalog bieten könnte. Außerdem konnte durch die intensive Zusammenarbeit mit den Praxispartnern der Ablauf des Nachrichtenaustauschs im System entscheidend optimiert werden.

2.5.4 AP 540 Validierung und Verifikation

Die Korrektheit und Tauglichkeit des Systems wurde durch mehrfach durchgeführte strukturierte Testläufe und Workshops mit potenziellen Anwendern sichergestellt. Auch im Rahmen der in AP 600 stattfindenden Simulationsexperimente fand eine regelmäßige Rückkopplung statt, um eventuelle Auffälligkeiten in den Ergebnissen zu begutachten und gegebenenfalls Anpassungen im System durchzuführen.

Schließlich wurden durch die Mitarbeit der Testnutzer in den später durchgeführten Workshops einige Verbesserungen bzgl. der Benutzerführung identifiziert und korrigiert. Durch das Feedback der Testnutzer konnte die Web-Anwendung noch näher an das spätere Einsatzumfeld angepasst werden.

2.6 AP 600 Simulationsexperimente

Federführer des Arbeitspaketes 600 war das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik. Basierend auf den Ergebnissen des Arbeitspaketes 500 bestand hier das Ziel in der Simulation des konfigurierten Modells. Ausgehend von denen in AP 300 identifizierten Schadensszenarien wurde hier jedes Schadensszenario einzeln und/oder in Kombination mit unterschiedlichen Zustandsgrößen simuliert und die Ergebnisse anschließend evaluiert. Die dynamischen Zustandsgrößen während der szenarienspezifischen Experimente wurden mit dem in AP 500 verknüpften Simulationssystem Plan Simulation der HFU generiert. Die realitätsnahe Generierung der Zustandsgrößen der beschädigten und nicht beschädigten Infrastrukturen basierte auf denen in AP 100 analysierten, realen zeit- und mengenbezogenen Leistungskennzahlen.

Das Arbeitspaket 600 bestand insgesamt aus vier Teilarbeitspaketen. Diese waren:

- AP 610 Durchführung von Simulationsläufen
- AP 620 Parametrisierung
- AP 630 Leistungstest
- AP 640 Evaluation der Szenarien

2.6.1 AP 610 Durchführung von Simulationsläufen

Ziel des Arbeitspaketes war die Durchführung von Simulationsläufen der in AP 300 identifizierten Schadensszenarien mit dem entwickelten Simulationssystem der Hochschule Furtwangen. Die Schadensszenarien unterscheiden sich in ausgefallener Infrastruktur (Straße, Schiene, KV-Terminal, GVZ, Straße und KV-Terminal), der Ausfalldauer (4 Stunden bis zu einem Monat), der Kapazitätsreduktion (25% bis 100%) und dem Ausfallzeitpunkt (00.00 Uhr bis 18.00 Uhr). Aus Kombination der verschiedenen Parameter wurden insgesamt 135 Simulationsläufe generiert. In der nachfolgenden Abbildung 24 sind die Simulationsläufe der Schadensszenarien 1 bis 135 in einer Matrix dargestellt.

		Szenario																												Startzeit				
		Straße							Schiene							KV - Terminal							Güterverkehrszentrum											
25%	1	5	10	15	16	17	18	19																								00		
	2	6	11																													06		
	3	7	12																													12		
	4	8	13																													18		
50%	20	24	29	34	35	36	37	38											95	99	104	109	110	111	112	113						00		
	21	25	30																96	100	105											06		
	22	26	31																97	101	106											12		
	23	27	32																98	102	107	103	108									18		
75%	39	43	48	53	54	55	56	57																								00		
	40	44	49																													06		
	41	45	50																													12		
	42	46	51																													18		
100%	58	62	67	72	73	74	75	76	80	85	90	91	92	93	94	114	118	123	128	129	130	131							132	133	134	135	00	
	59	63	68					77	81	86						115	119	124															06	
	60	64	69					78	82	87						116	120	125															12	
	61	65	70					79	83	88						117	121	126	122	127														18
		4h	8h	12h	1d	2d	1w	1m	4h	8h	12h	1d	2d	1w	1m	4h	8h	12h	1d	2d	1w	1m	4h	8h	12h	1d	2d	1w	1m					
		Dauer																																

Abbildung 24: 135 Simulationsläufe

Eine Simulation erfolgte immer im Vergleich zum Referenzniveau. Für die Auswertung der Simulationsläufe wurden diese aus dem gekoppelten Gesamtsimulationssystem (Plant Simulation der HFU und Multiagentensystem) in eine Excel-Datei überführt. Ein kompletter Durchlauf aller Szenarien dauerte ca. 27 Stunden, der jedoch auf Grund der Batch-Konfiguration der Simulation automatisiert durchgeführt werden konnte.

Um die in AP 420 angesprochenen Probleme der Synchronität der Systeme während der Durchführung der Simulationsläufe möglichst gering zu halten, wurden parallel kleinere Änderungen an der Schnittstelle vorgenommen, die schließlich zur reibungslosen Zusammenarbeit der Systeme geführt haben. Diese Modifikationen verbesserten letztendlich auch die Verarbeitbarkeit der erhaltenen Ergebnis-Informationen aus den beiden Systemen.

2.6.2 AP 620 Parametrisierung

Ziel des Arbeitspaketes war die Durchführung der Parametrisierung des Simulators, dabei wurden die systemspezifischen Parameter nachjustiert. Hierdurch sollte eine bessere Ergebnisqualität und eine Steigerung der Performance des Systems erreicht werden. Um beispielsweise die spezifischen Auswirkungen der Kapazitätsverteilung auf die Verkehrsträger zu überprüfen, wurden die Tagesganglinien unterschiedlich

gewichtet. So konnten für die Simulationsszenarien unterschiedliche Ausgangssituationen geschaffen werden, ohne die Eingangsdaten zu modifizieren.

Die Anpassungen der Simulationsläufe wurden erfolgreich durchgeführt. Es konnte durch das Nachjustieren einiger Parameter in den Simulationsläufen eine noch höhere Ergebnisqualität erzielt werden.

2.6.3 AP 630 Leistungstest

Ziel des Arbeitspaketes bestand in der Durchführung von Leistungstests, die zur Kontrolle der Performance des Systems dienten. Für die Simulationsläufe wurden exemplarische Leistungstests durchgeführt. Mit den Leistungstests konnten weitere Laufzeitverkürzungen des Systems realisiert werden. Zunächst wurde die Schnittstelle zwischen der Plant Simulation und dem Multiagentensystem optimiert, um eine bessere Kommunikation zu gewährleisten. Daraufhin wurde die Kommunikation zwischen den einzelnen Agenten sowie die allgemeine Agentenlogik hinsichtlich der Laufzeit verbessert. Abschließend wurden in diesem Arbeitspaket Tests mit höheren Belastungen, d. h. einer höheren Anzahl von Akteuren durchgeführt, um die Stabilität des Systems zu testen. Bei diesen Testläufen gab es keinerlei spürbare Performance Einbußen. Das System arbeitet auch bei 300 Akteuren immer noch stabil.

2.6.4 AP 640 Evaluation der Szenarien

In diesem Arbeitspaket wurden die Ergebnisse aus den Simulationsläufen zur Evaluation der betrachteten Schadensszenarien und zur Bewertung der Problemlösungsstrategien im Multiagentensystem herangezogen.

Bei der Auswertung der Simulationsläufe wurden je Simulationslauf folgende Ergebnisse erfasst:

(1) Angebot-Nachfrage-Vergleich

(2) Modal Split

(3) Ex-Post-Evaluation

(4) Reale Störungszeit

- Aufzeichnung der „wartenden Fahrzeuge“ in Plant Simulation an 3 definierten Knotenpunkten:
 - i. GVZ – Ein-/Ausfahrt
 - ii. KV-Terminal
 - iii. Hafen

Der Angebot-Nachfrage-Vergleich gibt wieder, wie viel Angebote rechnerisch auf X Nachfrager entfallen. Modal-Split beschreibt die neue Verteilung des Transportaufkommens auf verschiedene Verkehrsmittel im Störungszeitraum. Die Ex-Post-Evaluation richtet ihren Fokus auf die im Störungszeitraum ungenutzten verfügbaren Kapazitäten. Die reale Störungszeit wurde anhand der von Plant Simulation aufgezeichneten „wartenden Fahrzeuge“ berechnet und sagt aus, wie lange die Kapazitätsreduktion tatsächlich die Prozesse im GVZ stört. Die „wartenden Fahrzeuge“ wurden dabei an drei Knotenpunkten erfasst. Hierzu zählen die zentralen Ein- und Ausfahrten zum GVZ, die Zu- und Abfahrten zum KV-Terminal inklusive Zugangs- und Abgangsprozesse sowie die Zu- und Ausfahrten des Hafens.

Im Folgenden werden beispielhaft die Ergebnisse für den Simulationslauf 100 veranschaulicht. Simulationslauf 100 repräsentiert eine 50 % Kapazitätsstörung im KV-Terminal mit einer Störungsdauer von acht Stunden (siehe auch Abbildung 24). In Abbildung 25 ist die vom Multiagentensystem koordinierte Umverteilung der Kapazitäten für den Simulationslauf 100 im Störungszeitraum dargestellt.

SimID	Startzeit	Angefordert LKW	Angefordert Zug	Angefordert Binnenschiff	Angebot LKW	Angebot Zug	Angebot Binnenschiff	Reservierung LKW	Reservierung Zug	Reservierung Binnenschiff
97	02.01.2012 12:00	0	153	0	898	0	84	153	0	0
98	02.01.2012 18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	02.01.2012 00:00	0	272	0	701	0	84	272	0	0
100	02.01.2012 06:00	0	272	0	840	0	84	272	0	0
101	02.01.2012 12:00	0	153	0	709	0	84	153	0	0
102	02.01.2012 18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	06.01.2012 18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Abbildung 25: Simulationslauf 100

Bei einer Störung im KV-Terminal ist der Verkehrsträger Schiene gestört, d. h. die Kapazitäten des Zuges müssen auf die Verkehrsträger Straße und/oder Schiff verteilt

werden, wobei die Priorität der Kapazitätsaufnahme auf dem LKW liegt. Der Zug fragt Kapazitäten in Höhe von 272 Paletteneinheiten an, der LKW könnte 840 Einheiten aufnehmen, das Schiff kann 84 Einheiten aufnehmen (siehe Abbildung 25). Aufgrund der Prioritätsregeln, die im Multiagentensystem hinterlegt sind, werden die Kapazitäten des Zuges zuerst vom LKW aufgenommen (siehe Abbildung 25). Die prozentuale Neuverteilung des Transportaufkommens auf die verschiedenen Verkehrsmittel nach der Kapazitätsstörung ist in Abbildung 26 dargestellt.

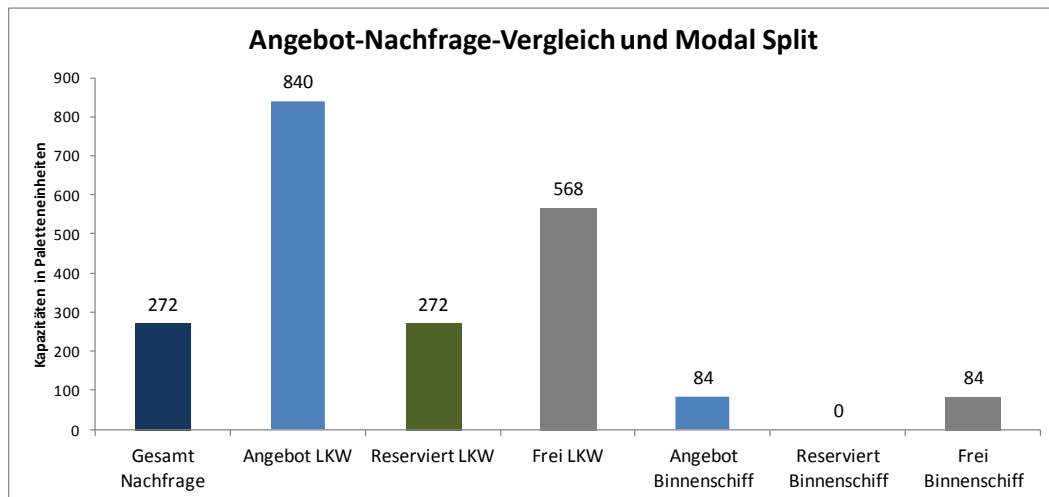


Abbildung 26: Angebot-Nachfrage Vergleich und Modal Split für Simulationslauf 100

Von den nachgefragten Kapazitäten wurde 100 % vom LKW bedient, das Schiff hat keine Kapazitäten übernommen. Die Ladekapazitäten der LKWs und des Schiffes waren noch nicht ausgeschöpft. Abbildung 27 stellt die Ex-Post Evaluation für Simulationslauf 100 dar.

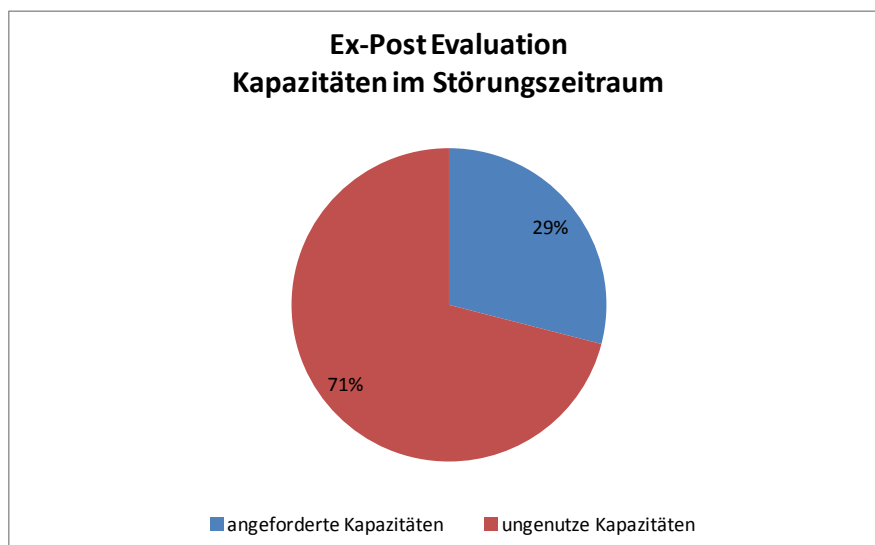


Abbildung 27: Ex-Post Evaluation für Simulationslauf 100

Von den verfügbaren Kapazitäten der LKWs und des Schiffes wurden 71 % nicht ausgeschöpft.

Die reale Störungszeit sagt aus, wie viele Fahrzeuge während der Störungsdauer im GVZ, im KV-Terminal oder im Hafen an der Zufahrts- und/oder Auffahrtsspur warten. Die Anzahl der wartenden Fahrzeuge ist ein Indiz für die Dauer der Prozessstörung im GVZ aufgrund der Kapazitätsreduktion. In den nachfolgenden Abbildungen werden anhand des Simulationslaufs 100 die reale Störungsdauer sowie die Senkung der wartenden Fahrzeuge mit Hilfe des MAS veranschaulicht. Das MAS bewirkt durch die Umverteilung der Kapazitäten an andere Verkehrsträger eine Senkung der wartenden Fahrzeuge im GVZ.

Abbildung 28 stellt die Anzahl wartender Fahrzeuge an der KV-Zufahrtsspur im GVZ im Normalfall (Referenzniveau) dar. Es liegt keine Störung vor.

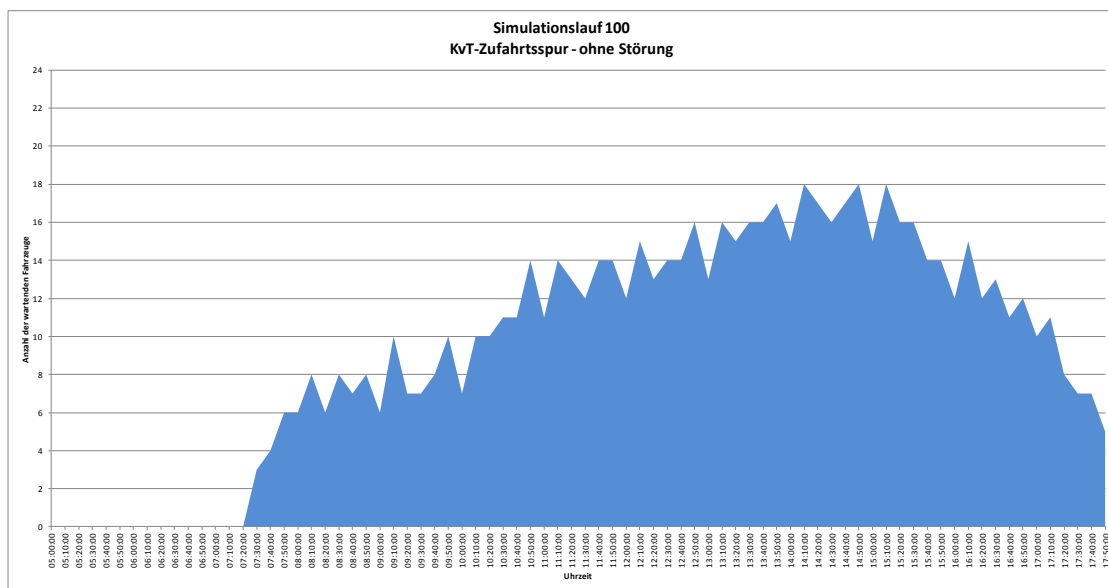


Abbildung 28: Anzahl wartender Fahrzeuge ohne Störung

Bei einer Störung im GVZ mit einer Störungsdauer von acht Stunden (Beginn der Störung um 6 Uhr morgens) steigt die Anzahl der wartenden Fahrzeuge von max. 18 Fahrzeugen auf 23 Fahrzeugen an (siehe Abbildung 29). Dies entspricht einer Erhöhung der wartenden Fahrzeuge um etwa 28 %.

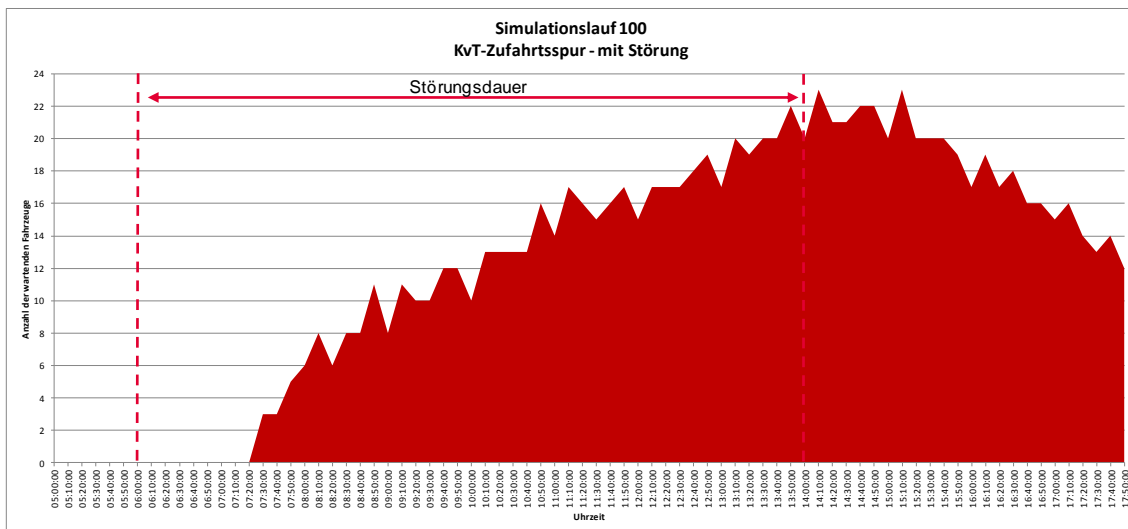


Abbildung 29: Anzahl wartender Fahrzeuge mit Störung

Das Multiagentensystem verteilt die Kapazitäten des gestörten Verkehrsträgers im KV-Terminal auf andere Verkehrsträger um. In Abbildung 30 sind die Anzahl der wartenden Fahrzeuge mit und ohne MAS-Einsatz dargestellt.

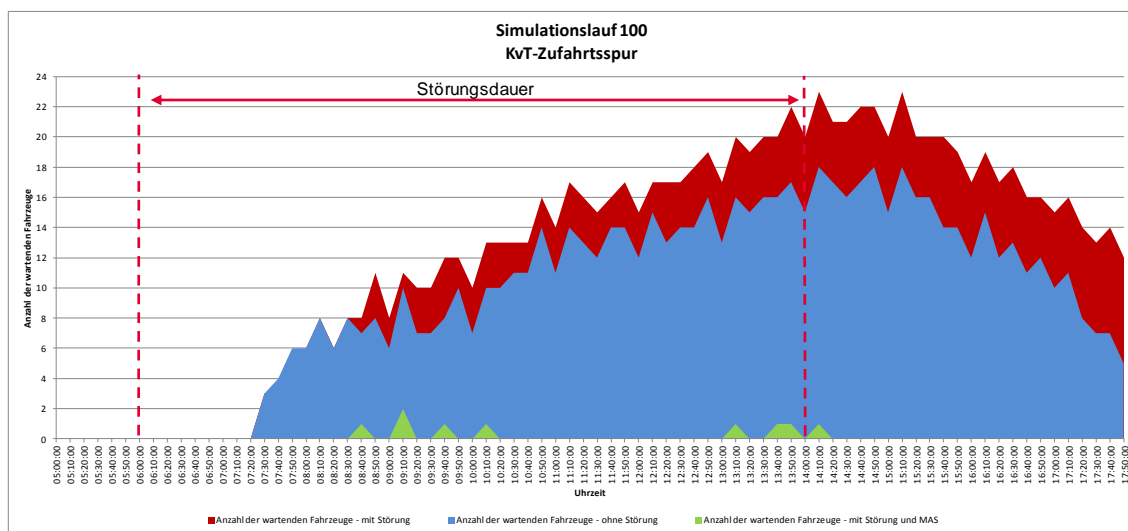


Abbildung 30: Anzahl der wartenden Fahrzeuge mit MAS-Einsatz

Die Anzahl der wartenden Fahrzeuge wird durch den MAS-Einsatz auf max. 2 Fahrzeuge reduziert. Das entspricht einer Reduktion der wartenden Fahrzeuge um 91 % bezogen auf das Niveau mit Störung/ohne MAS-Einsatz.

Durch iterative Verbesserungen des Simulationsmodells und des MAS konnte die Ergebnisqualität gesteigert und schließlich die Simulationen und das MAS erfolgreich evaluiert werden.

2.7 AP 700 Interimskonzept und MAS-Fachkonzept

Federführer des Arbeitspaketes 700 war das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik. Anhand der Zielvorgaben und den Ergebnissen der vorangegangenen Arbeitspakete wurden vor dem Hintergrund der kurzfristigen Initiierung und Aufrechterhaltung des Notbetriebs ein Interims- sowie MAS-Fachkonzept erstellt. Das entstandene Interimskonzept als Kernelement von AP 700 enthält neben der lang- und mittelfristigen Perspektive, wie Planungs- und Implementierungsaktivitäten, auch Beschreibungen zu kurzfristigen, szenarienspezifischen, operativen Aktivitäten nach terroristischen Anschlägen respektive sonstigen unvorhergesehenen Schadensereignissen.

Im Einzelnen erfolgte zunächst in Arbeitspaket 710 auf Grundlage der Ergebnisse – vorrangig der durchgeführten Simulationsläufe (AP 600) – die Erstellung von Notfallprozessbeschreibungen, die Güterverkehrszentren im Schadensfall unterstützen sollen. In den anknüpfenden Arbeitspaketen 720 und 730 wurde eine Erweiterung und Integration des Agentensystems in die bestehenden IT-Systeme der GVZs erforscht, um eine zeitnahe und dem Schadensfall angemessene Koordinierung der Restkapazitäten zu ermöglichen.

2.7.1 AP 710 Konfiguration von Notfallprozessbeschreibungen

Ziel des Arbeitspaketes war die Erstellung von Notfallprozessbeschreibungen. Es sollte ein Referenz-Interimskonzept für GVZ zur kurzfristigen Initiierung und Aufrechterhaltung eines Notbetriebs erstellt werden. Aufbauend auf den Erkenntnissen der anderen Arbeitspakete und in enger Korrelation mit der in Arbeitspaket 1100 verfassten DIN SPEC 91291 sollte die Notfallprozessbeschreibung den Transfer und die Diffusion der Lösung in die Praxis erleichtern.

Die Konfiguration der Prozessbeschreibungen erfolgte mit dem Anspruch ein Konzept zu entwickeln, das sowohl die lang- und mittelfristige Perspektive, also die Planungs- und Implementierungsaktivitäten, als auch die kurzfristigen, operativen Aktivitäten direkt nach terroristischen Anschlägen oder sonstigen unvorhergesehenen Schadensereignissen enthält. Zur Realisierung und Validierung der Inhalte war eine enge Abstimmung zwischen ISL, HFU, DGG, GVZ-E HB, LUB, Emons und DIN notwendig. Zudem wurden Schnittmengen zu gängigen Notfallkonzepten analysiert und genutzt.

Die Grundstruktur des mit der dargelegten Zielstellung entwickelten Interimskonzept umfasst somit, neben einleitenden Ausführungen zum betrachteten Güterverkehrszentrum und zur Verwendung des Interimskonzepts, eine umfassende Darstellung untersuchter Störungen und damit einhergehender Auswirkungen. Abbildung 31 zeigt die Struktur des Interimskonzepts.

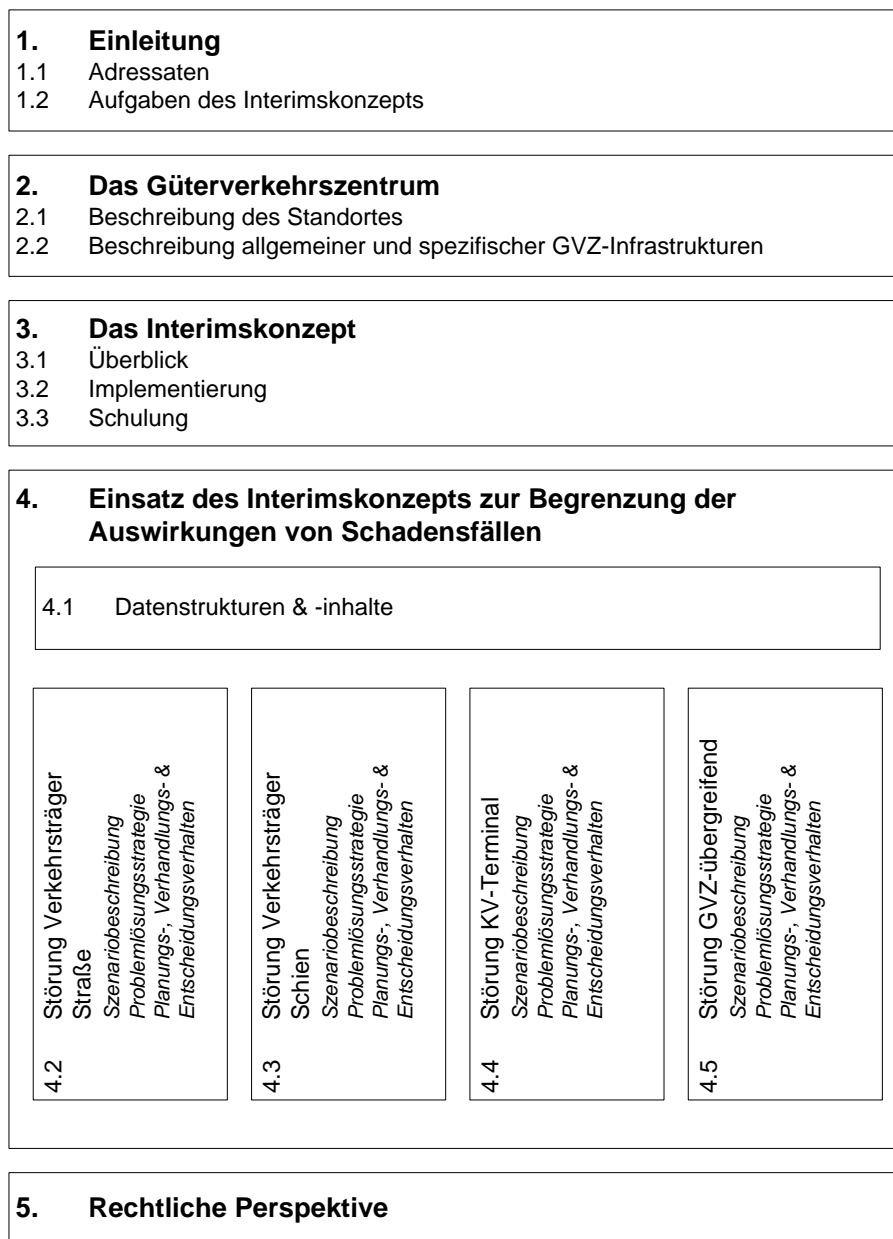


Abbildung 31: Struktur des Interimskonzepts

In der Einleitung des Interimskonzeptes wurden mit Trägerschaften von Logistikagglomerationen, wie z. B. GVZ-Entwicklungsgesellschaften, Logistikparkbetreibern oder Wirtschaftsförderungsgesellschaften der potenzielle Adressatenkreis in Verbindung mit den Aufgaben des Konzeptes dargelegt. Die Beschreibung des im Fokus stehenden Güterverkehrszentrums Bremen soll dem

Anwender einen Eindruck über infrastrukturelle Anbindungen und Eigenschaften (Straße, Schiene, Wasserstraße, etc.) geben und somit ein Verständnis für die zu beachtenden Schadensfälle schaffen. Den Ausführungen zur Implementierung des Notfallkonzeptes mit der Definition einzelner Rollen und Zuständigkeiten der Akteure folgt mit Kapitel 4 das Kernelement – der Einsatz des Interimskonzepts zur Begrenzung der Auswirkung von Schadensfällen. Hier wurden insbesondere vom ISL, nach der Festlegung szenarioallgemeiner Datenstrukturen und -inhalte, szenariospezifische Problemlösungsstrategien sowie Planungs-, Verhandlungs- und Entscheidungsverhalten festgehalten. Für die Beschreibung des grundsätzlichen Workflows sowie jeweiliger Prozessbeschreibungen für die Schadensszenarien bei der Störung des Verkehrsträgers Straße, Schiene und KV-Terminal sowie einer GVZ-übergreifenden Störung wurden unter anderem auch während der Testphase gewonnene Erkenntnisse und Erfahrungen der Testanwender genutzt.

Das entstandene Interimskonzept regelt demzufolge entsprechend der Zielvorgabe:

- Planungs- und Implementierungsaktivitäten
- (szenariospezifische) Problemlösungs-, Kooperations- und Koordinationsstrategien zwischen GVZ-Akteuren
- (szenariospezifische) Organisationsstrukturen zwischen GVZ-Akteuren
- (szenariospezifisches) Planungs-, Verhandlungs- und Entscheidungsverhalten und Entscheidungsvarianzbreiten der GVZ-Akteure und Rettungskräfte
- (szenariospezifische) Informationsflussstrukturen und -inhalte zwischen den GVZ-Akteuren, Rettungskräften sowie zwischen GVZ-Akteuren und passiven Zustandsgrößen
- (szenariospezifische) Datenstrukturen und -inhalte als In- und Output-Größen der GVZ-Akteure und der passiven Objekte.

Zusätzlich wurde die rechtliche Perspektive durch die Analyse und Bewertung der bestehenden Rechtslage für Schadens- und Unglücksfälle im Interimskonzept berücksichtigt.

2.7.2 AP 720 Anforderungsermittlung Datenmodell

Eine vollständige Kompatibilität hinsichtlich der bestehenden Datenmodelle und Schnittstellen der IT-Systeme im Güterverkehrszentrum und den Schnittstellen des Agentensystems war nicht zu erwarten. Aus diesem Grund sollten im Arbeitspaket

720 sämtliche notwendige Erweiterungen festgestellt und dokumentiert werden, um eine bei den GVZ minimal invasive Anpassung der IT-Strukturen zu gewährleisten. Etwaige Anpassungen sollten zur Erhöhung der Nutzerakzeptanz nach Möglichkeit nur das Agentensystem und nicht die GVZ-eigenen IT-Systeme betreffen.

Im Projektverlauf wurde, anders als ursprünglich angedacht, für die Anwendung des Agentensystems, wie bereits erwähnt, statt eines eigenständigen Softwareprogramms, eine web- bzw. browserbasierte Lösung gewählt. Durch diese Änderung war für die Nutzung des PreparedNET-Managementportals bzw. des MAS lediglich ein Computer mit Webbrowser und Internetzugang erforderlich. Eine Anpassung des Agentensystems auf die GVZ-eigenen IT-Systeme entfiel deshalb, da alle beteiligten Akteure diese Voraussetzung erfüllten. Das Arbeitspaket konnte daher im Projektverlauf bereits früh als abgeschlossen betrachtet werden und die hier freiwerdenden Kapazitäten für eine umfassendere Ausgestaltung von Interims- und MAS-Fachkonzept genutzt werden.

2.7.3 AP 730 Erforschung/Konfiguration MAS-Fachkonzept für GVZ

Um den Notbetrieb im und zwischen den Güterverkehrszentren im Ernstfall zu unterstützen, war die Aufgabe in Arbeitspaket 730 das konfigurierte agentenbasierte Modell aus Arbeitspaket 400 zu einem praxistauglichen, hybriden Multiagentensystem zu erweitern und es in die GVZ-Strukturen als Softwareprodukt zu implementieren. Hierdurch bekommt jeder Akteur automatisiert Entscheidungsvorschläge während des Notbetriebs durch seinen eigenen Agenten unterbreitet und die Effektivität und Effizienz der Kapazitätsplanungs- und -steuerungsprozesse erhöht sich merklich. Zu diesem Zweck wurde ein MAS-Fachkonzept mit GVZ-Referenzcharakter erforscht und konfiguriert. Es beschreibt unter Hinzuziehung der Ergebnisse des GVZ-Prozessmodells (AP 200), des agentenbasierten Modells (AP 400), der Agentenbasierten Simulation (AP 500) und unter Berücksichtigung des Interimskonzeptes (AP 710) die funktionalen Anforderungen an die MAS-Software und zeigt dabei deren anwendungsbezogenen Nutzen auf. Es enthält zudem konkrete Aussagen über die Informationen, Regeln, Funktionen und grundlegenden Verarbeitungsschritte, die die MAS-Software enthalten muss. Hierzu wurde eine entsprechende Nutzeroberfläche konfiguriert. Das MAS-Fachkonzept wurde durch das ISL in Zusammenarbeit und unter Berücksichtigung des Feedbacks seitens der Projektpartner und Testnutzer erstellt.

Nach einem ersten Entwurf der webbasierten Oberfläche (siehe Abbildung 32) für die Testläufe (AP 800), wurde die Oberfläche in einem iterativen Prozess durch intensive Einbindung der Praxispartner stetig weiterentwickelt und optimiert.

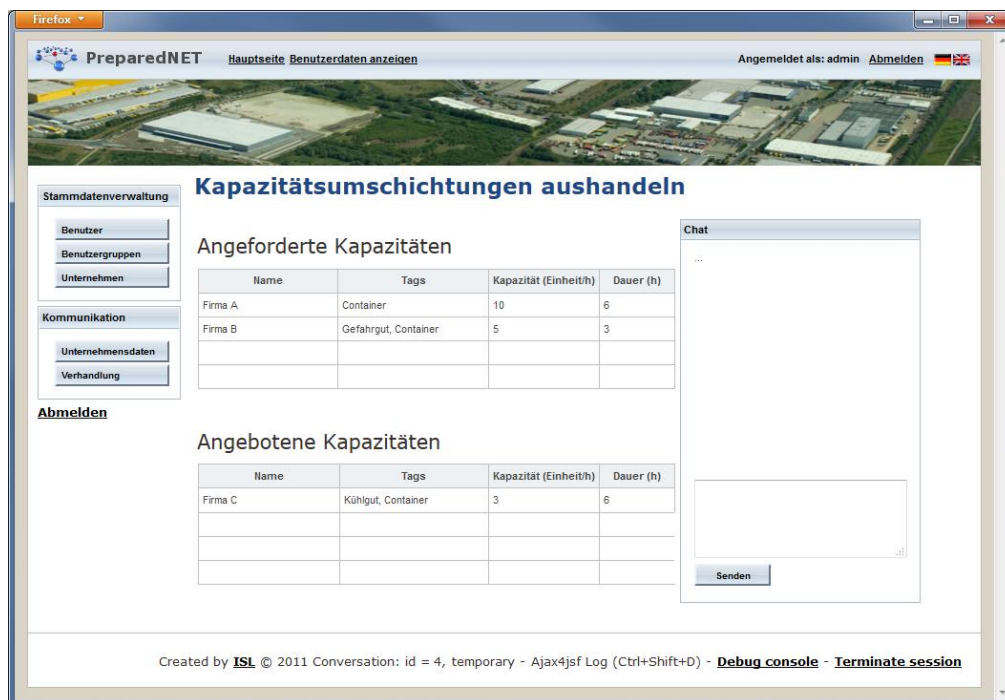


Abbildung 32: Erster Entwurf der Weboberfläche des MAS

Die Akteure kommunizieren in der finalen Entwicklungsstufe des Managementportals über die benutzerfreundliche Weboberfläche mit dem dahinterstehenden MAS. Das Multiagentensystem wird somit von den spezifischen IuK-Systemen der Akteure „abgekapselt“. Dadurch entfiel die genauere Bestimmung des Integrationsgrads in die vorhandenen IuK-Strukturen. Stattdessen musste von Seiten der Entwickler im ISL eine Schnittstelle zwischen der Weboberfläche und dem Multiagentensystem geschaffen werden. Die Anpassung und Evolution der Weboberfläche, die sich im Rahmen der Tests ergaben, sind deutlich zu erkennen. Abbildung 33 zeigt die bereits aus Abbildung 32 bekannte Übersicht der Verhandlungen des MAS durch differenzierte Darstellung angebotener und nachgefragter Kapazitäten.

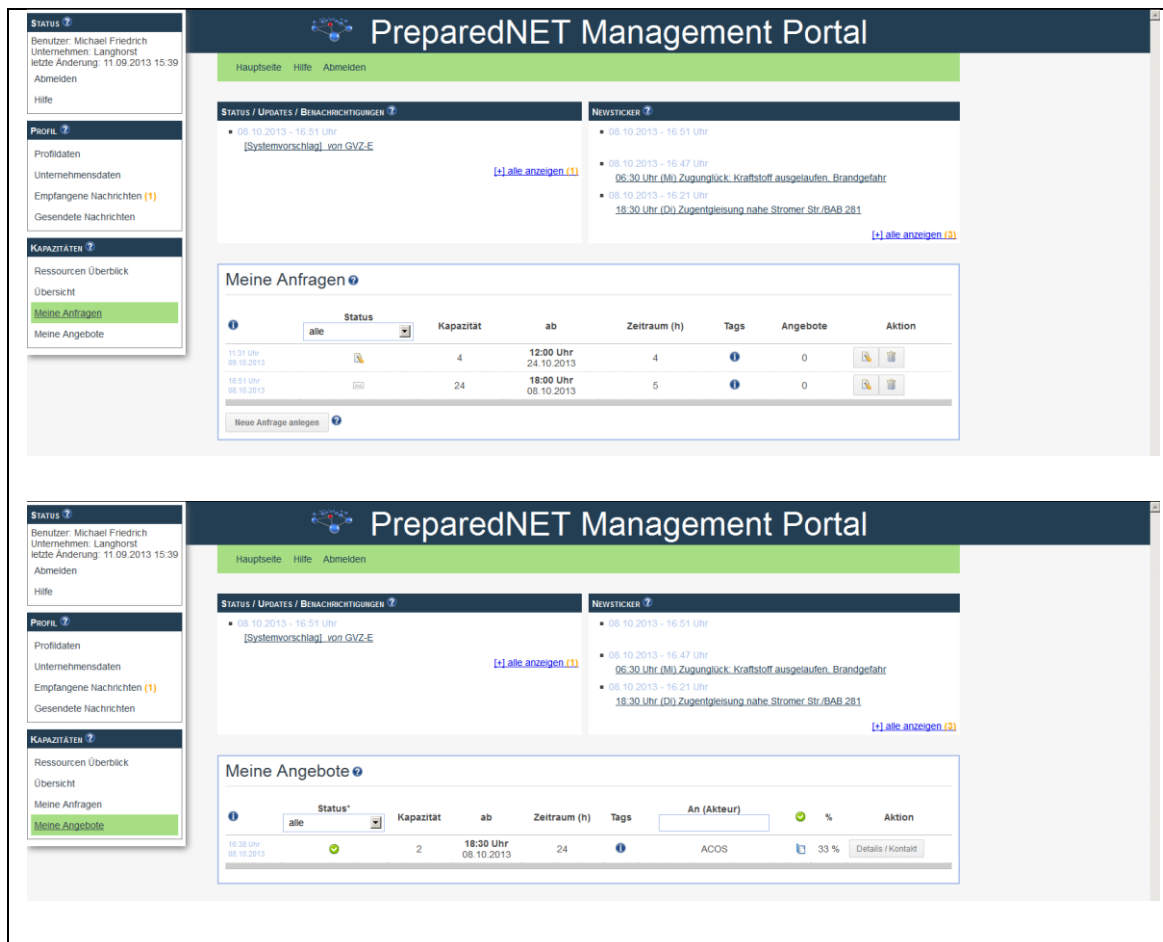


Abbildung 33: Übersicht der Verhandlungen des MAS

Die bedienerangepasste Oberfläche erweitert gemäß der Zielsetzung das konfigurierte agentenbasierte Modell aus Arbeitspaket 400 zu einem praxistauglichen, hybriden Multiagentensystem.

2.8 AP 800 Konfiguration MAS-Demonstrator/Implementierung bei Testnutzern/Testläufe

Auf Basis der Ergebnisse der Arbeitspakete 400, 500, 600 und 700 wurde in diesem Arbeitspaket ein hybrider MAS-Demonstrator erstellt sowie die Implementierung und szenarienspezifische Tests des MAS-Demonstrators durchgeführt. Zur Demonstration des GVZ-übergreifenden Entscheidungsverhaltens während eines Notbetriebs wurden die ACOS Allround Container Service Helmut Frank GmbH, Emons Spedition GmbH, ITL Eisenbahngesellschaft mbh und Heinrich Langhorst & Co. KG als Testnutzer in die Tests mit einbezogen. Federführer dieses Arbeitspakets war das ISL.

Das Arbeitspaket 800 bestand insgesamt aus fünf Teilarbeitspaketen. Diese waren:

- AP 810: Anpassung MAS-Fachkonzept auf Testnutzer
- AP 820: Modellierung und Programmierung
- AP 830: Implementierung im Praxisumfeld
- AP 840: Tests
- AP 850: Ergebnisauswertung

In Abstimmung mit den Testnutzern wurde der in Abbildung 34 dargestellte Zeitplan für das Arbeitspaket 800 kommuniziert.

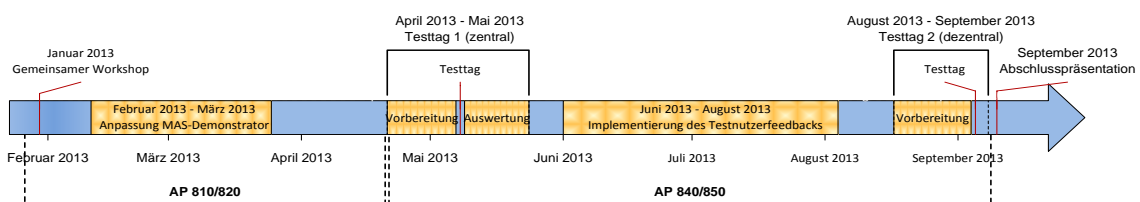


Abbildung 34: Zeitplan für Arbeitspaket 800

Die Bearbeitung des Arbeitspakets 800 startete im Januar 2013 mit einem gemeinsamen Testnutzer-Workshop sowie mit den Vorbereitungen und Anpassungen des MAS-Demonstrators (siehe AP 810 und 820). Darauf folgte im Mai 2013 ein erster (zentraler) Testlauf im Lage- und Führungszentrum der Hochschule Bremerhaven inklusive anschließender Auswertung und Anpassung des MAS-Demonstrators. Die finale Version des MAS-Demonstrators wurde Anfang September 2013 in einem weiteren (dezentralen) Testlauf den Testnutzern präsentiert (siehe Abschnitte 840 und 850). Dieser zweite Testlauf bzw. dessen Auswertung stellten

gleichzeitig den Endpunkt des Arbeitspakets 800 dar. Das Arbeitspaket schloss mit dem Übergabepunkt „Konfigurierter/implementierter/getesteter MAS-Demonstrator; Überprüfung Zielerreichung“ ab.

2.8.1 AP 810 Anpassung MAS-Fachkonzept auf Testnutzer

Ziel des Arbeitspaket 810 war die Definition der spezifischen Schnittstellen zwischen MAS-Demonstrator und den luK-Systemen innerhalb und zwischen den Testnutzern sowie die Art der Datenhaltung (zentral oder dezentral), sofern in AP 700 noch keine detaillierte Festlegung im MAS-Fachkonzept vorgenommen werden konnte. Neben diesen Schnittstellendefinitionen mussten auch geeignete Komponenten zur Agentensystemadministration konfiguriert werden. Die Arbeit erfolgte dabei in enger Abstimmung zwischen den Partnern ISL, HFU, GVZ-E HB, LUB und den o. g. Testnutzern. Durch die enge Abstimmung sollte im späteren Einsatz des MAS-Demonstrators eine hohe Nutzerakzeptanz des Systems gewährleistet werden.

Im Projekt wurde eine web- bzw. browserbasierte Lösung entwickelt (siehe vorherige Kapitel). Alle relevanten Daten sowie der MAS-Demonstrator selbst werden zentral auf einem Server gespeichert bzw. genutzt.

Für die Unternehmen, die während des Notbetriebs an den Verhandlungen als Kapazitätsnachfrager oder -anbieter teilnehmen, wurde in der webbasierten Lösung ein Profil pro Unternehmen hinterlegt. Im Vorfeld wurden dazu bei den Testnutzern vor Ort die Prozesse analysiert und relevante Informationen für die Nutzerprofile identifiziert. Im Anschluss wurde der MAS-Demonstrator entsprechend der Ergebnisse der Vor-Ort-Analyse angepasst. Die Nutzerprofile umfassen Informationen zu den Tagesganglinien, welche Transporte das Unternehmen durchführen kann (auch Tagging genannt) sowie Adresse und Ansprechpartner des jeweiligen Unternehmens während des Notbetriebs. Für eine detaillierte Beschreibung der Rollenverteilung und Aufgaben sei an dieser Stelle auf das Interimskonzept aus Arbeitspaket 710 verwiesen. Da ein webbasierter MAS-Demonstrator entwickelt wurde, entfiel die Definition von Schnittstellen zwischen MAS-Demonstrator und den luK-Systemen innerhalb und zwischen den Testnutzern. Für weitere Erläuterungen zur Schnittstellendefinition siehe Abschnitt 2.8.3 dieses Abschlussberichts.

2.8.2 AP 820 Modellierung und Programmierung

Das Arbeitspaket 820 hatte zum Ziel, zur Realisierung des softwarebasierten MAS-Demonstrators das in AP 400 bereits konzeptualisierte, modellierte und programmierte Referenz-Multiagentensystem heranzuziehen und durch testnutzerspezifische Anpassungen zu erweitern und zu konfigurieren.

Hinsichtlich der testnutzerspezifischen Anpassung siehe auch die Ausführungen von Abschnitt 2.8.1 als Teil dieses Abschlussberichts.

2.8.3 AP 830 Implementierung im Praxisumfeld

Der vollständig konfigurierte MAS-Demonstrator sollte im Rahmen des Arbeitspakets 830 bei den Testnutzern installiert und in Zusammenarbeit mit dem ISL in die vorhandenen IT-Strukturen integriert werden. Etwaige unvorhergesehene Inkompatibilitäten hinsichtlich der verwendeten IT-Systeme sollten vor Ort identifiziert und beseitigt werden, um einen reibungslosen Ablauf der Integration des Demonstrators zu gewährleisten. Dabei war darauf zu achten, eventuell notwendige Modifikationen nach Möglichkeit am MAS-Demonstrator vorzunehmen. Die bestehenden Systeme der Nutzer sollten weitestgehend unberührt bleiben, um den Workflow in den GVZs nicht negativ zu beeinflussen.

Zu Beginn des Projekts wurde angenommen, dass es sich bei dem MAS-Demonstrator um eine eigenständige Software handeln wird. Eine solche Lösung erfordert in der Regel Anpassungen zu den Schnittstellen der vorhandenen Software in und zwischen den Unternehmen. Im Verlauf des Projekts ist jedoch die Entscheidung zu Gunsten einer web- bzw. browserbasierten Lösungen gefallen. Einzige Voraussetzung zur Nutzung bzw. Integration des MAS-Demonstrators ist ein Computer mit Webbrowser und Internetzugang. Da alle Nutzer diese Voraussetzung erfüllen, entfällt die Integration des MAS-Demonstrators in das Praxisumfeld. Auch die Definition der Schnittstellen zwischen den Unternehmen entfiel, da die einzelnen Akteure direkt über die Weboberfläche des MAS-Demonstrators kommunizieren. Die somit freigewordenen Kapazitäten aus dem AP 830 wurden auf die anderen Teilarbeitspakete 810, 820, 840 und 850 umverteilt.

2.8.4 AP 840 Tests

Um die Stabilität des MAS-Demonstrators zu überprüfen, erfolgten im Rahmen dieses Arbeitspaketes ausführliche szenarienspezifische Testläufe. Neben dem ISL

waren insbesondere die HFU sowie die o. g. Testnutzer beteiligt. Wie zu Beginn in Abschnitt 2.8 beschrieben, wurden zwei Testläufe durchgeführt, da nach einem ersten Testlauf Optimierungspotenziale am MAS-Demonstrator und Verbesserungswünsche der Nutzer sehr wahrscheinlich waren. Die Verbesserungen aus dem ersten Testlauf sollten in einem zweiten Testlauf validiert werden.

Der erste Testlauf fand Anfang Mai 2013 zentral im Lage- und Führungszentrum der Hochschule Bremerhaven statt. Neben den Testnutzern wurden durch die Mitarbeiter von ISL, HFU und LUB weitere Unternehmen im GVZ simuliert, um ein möglichst realistisches Verhandlungsszenario abzubilden. Des Weiteren wurde für eine realistische Simulation ein Schadensszenario ausgewählt, das sich in dieser Form bereits im Jahr 2011 im GVZ Bremen ereignet hatte (siehe Kapitel 2.3.2).

Nach dem ersten Testlauf erfolgten eine Ergebnisauswertung und eine Überarbeitung des MAS-Demonstrators, insbesondere dessen Benutzeroberfläche (siehe Abschnitt 2.8.5). In einem zweiten, dezentralen Testlauf im September 2013 wurde der überarbeitete MAS-Demonstrator von den Testnutzern getestet und validiert.

2.8.5 AP 850 Ergebnisauswertung

Nachdem die Testläufe abgeschlossen wurden, erfolgte in diesem Arbeitspaket mit Unterstützung des GVZ Bremen die Überprüfung der Zielerreichung des MAS-Demonstrators. Neben der Klärung der rein technischen Stabilität des MAS-Demonstrators sollten die Testnutzer auch bezüglich der weichen Faktoren (bspw. Akzeptanz, Praxistauglichkeit und Softwareergonomie) Stellung beziehen.

Wie in Abschnitt 2.8.4 erwähnt, ergeben sich bei den Tests neuer IT-Systeme typischerweise Verbesserungswünsche seitens der Nutzer. Um eine hohe Qualität des entwickelten MAS-Demonstrators sicherstellen zu können, wurden daher zwei Testläufe inklusive der Auswertung und der Anpassung des Systems geplant. Dementsprechend erfolgten nachgelagert zu den Testläufen aus Arbeitspaket 840 die Ergebnisauswertung sowie die Anpassung des MAS-Demonstrators.

Hinsichtlich der technischen Stabilität des MAS-Demonstrators zeigte der erste Testlauf, dass die entwickelte web- bzw. browserbasierte Lösung stabil und flüssig arbeitet. Dementsprechend ergaben sich von technischer Seite keine Optimierungsbedarfe.

Bei den weichen Faktoren zeigten sich während des ersten Testlaufs jedoch Optimierungsbedarfe: Die Menü-Elemente, die während der Verhandlung gar nicht benötigt wurden, machten die Benutzeroberfläche unübersichtlich. Die Chatfunktion, die die Nutzer während der Verhandlung zur Kapazitätsumverteilung nutzten, wurde bei mehreren ausgetauschten Nachrichten schnell unübersichtlich. Die Status-Meldungen durch die GVZ-Entwicklungsgesellschaften waren nicht immer eindeutig, die für die Testnutzer entscheidenden Informationen waren nicht direkt ersichtlich.

Entsprechend dem Feedback der Testnutzer wurden die Menü-Elemente, die Chatfunktion und die Anzeige der Status-Meldungen überarbeitet. In Abbildung 35 sind exemplarisch die Benutzeroberflächen des MAS-Demonstrators mit den Menü-Elementen vor und nach der Verbesserung abgebildet.

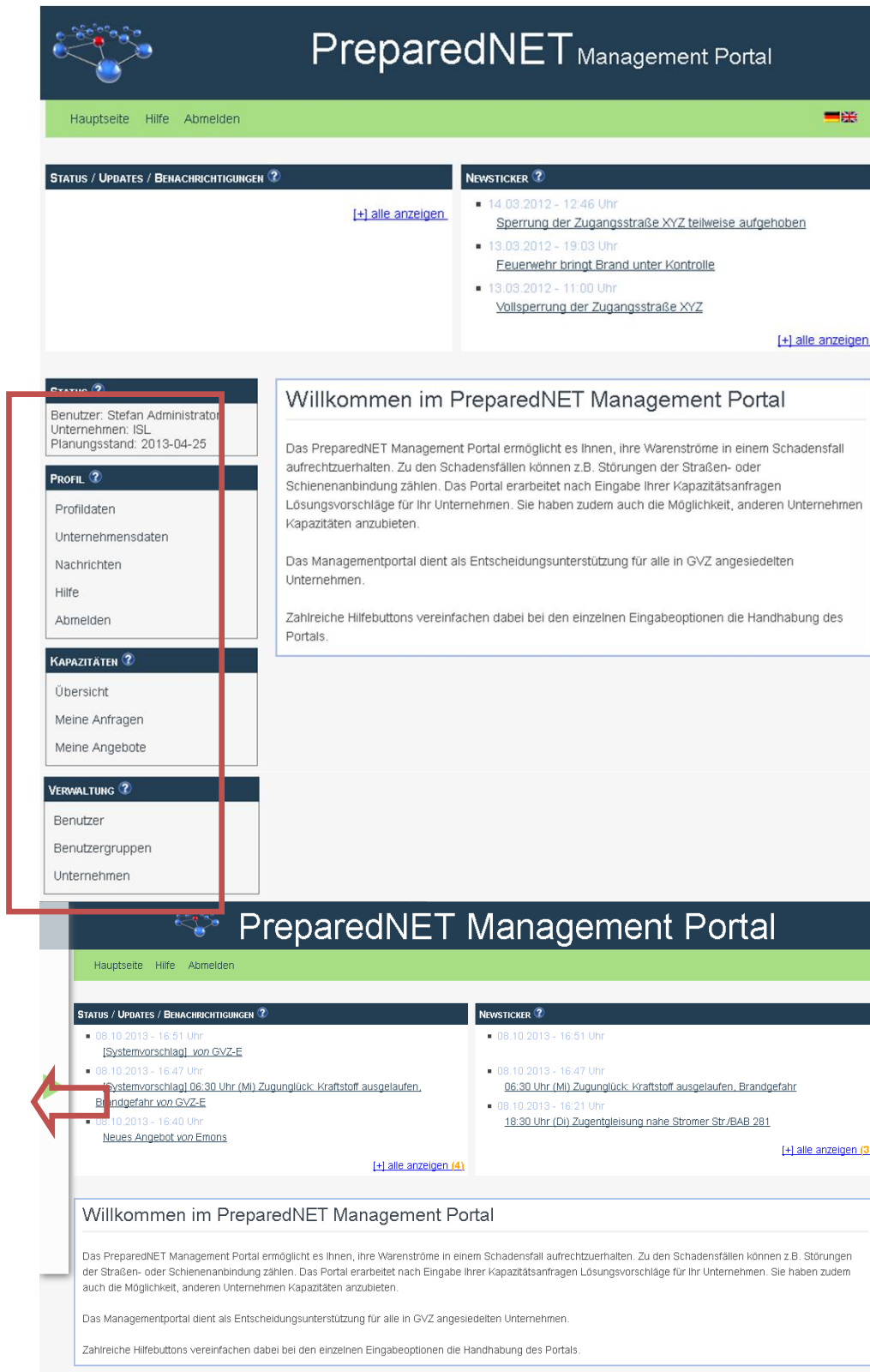


Abbildung 35: Alte (oben) und überarbeitete Benutzeroberfläche (unten)

Gegenüber der alten Benutzeroberfläche wurden die einzelnen Menü-Elemente neu angeordnet: Die Menü-Punkte „Status“, „Profil“, „Kapazitäten“ und „Verwaltung“ in der alten Benutzeroberfläche (siehe rote Markierung in Abbildung 35 oben) sind in der überarbeiteten Benutzeroberfläche automatisch ausgeblendet und können durch

Klicken auf das grüne Dreieck bei Bedarf eingeblendet werden (siehe rote Markierung in Abbildung 35 unten). Durch die Ausblendung der Menü-Elemente können die Informationen zur Kapazitätsumverhandlung in einem größeren Bereich übersichtlicher dargestellt werden. Die Nachrichten in der Chat-Funktion sind in der überarbeiteten Benutzeroberfläche nach Status-Meldungen sowie jeweils nach den Nachrichtenverläufen der einzelnen Nutzer gruppiert. In den Status-Meldungen werden die wichtigen Informationen in Fettschrift hervorgehoben.

Da bereits im ersten Testlauf die technische Stabilität des MAS-Demonstrators nachgewiesen wurde, lag der Fokus im zweiten Testlauf auf der Bewertung der weichen Faktoren. Insbesondere die oben genannten Verbesserungsmaßnahmen zur Chatfunktion, Übersichtlichkeit und Statusmeldungen wurden bewertet. Der überarbeitete MAS-Demonstrator bzw. die überarbeitete Benutzeroberfläche wurden von den Testnutzern abgenommen, weitere Verbesserungsmaßnahmen waren nicht erforderlich.

2.9 AP 900 Konfiguration Schulungskonzept

Ziel des Arbeitspaketes 900 war die Entwicklung eines Schulungskonzeptes zur Vorbereitung der Akteure im GVZ auf den potenziellen Eintritt von Schadensereignissen.

Das Arbeitspaket 900 konnte planmäßig mit Ende der Projektlaufzeit abgeschlossen werden. Die folgenden zugehörigen Teilarbeitspakete sind dabei bearbeitet worden:

- AP 910 Zielgruppenanalyse
- AP 920 Bestandsaufnahme und Analyse bestehender Schulungskonzepte
- AP 930 Konfiguration des Schulungsmaterials
- AP 940 Dokumentation des Schulungsmaterials
- AP 950 Exemplarische Umsetzung und Feedbackprozess

2.9.1 AP 910 Zielgruppenanalyse

Die umfassende Zielgruppenanalyse konnte in den Projektmonaten 25 (Juni) bis 28 (September 2012) abgeschlossen werden. Als Zielgruppe des Schulungskonzeptes sind vorrangig GVZ-Trägerschaften identifiziert worden. Die Trägerschaften können Schulungen von Entscheidungsträgern in GVZ-Unternehmen vornehmen. Nachgeordnet wird hinsichtlich der Zielgruppe auf die einzelnen GVZ-Unternehmen fokussiert. Innerhalb dieser Unternehmen sind auf der strategischen Ebene Mitarbeiter der oberen Führungsebene adressiert. Diese vermitteln das erforderliche Wissen und die Schulungsinhalte an weitere Mitarbeiter.

2.9.2 AP 920 Bestandsaufnahme und Analyse bestehender Schulungskonzepte

Die Bestandsaufnahme und Analyse existierender Schulungskonzepte erfolgte im Zeitraum der Projektmonate 25 (Juni) bis 28 (September 2012). Zwei existierende DIN-Normen (19796 „Informationstechnik– Lernen, Ausbilden und Weiterbilden“ sowie DIN ISO 29990 - „Lerndienstleistungen für die Aus- und Weiterbildung - Grundlegende Anforderungen an Dienstleister“) sind u. a. Grundlage zur Entwicklung des Schulungskonzeptes. In diesem Kontext erfolgte eine enge Abstimmung sowie Recherche hierzu mit dem bzw. beim DIN in Berlin. Auf Basis der in umfassenden Recherchen identifizierten DIN-Normen sowie einschlägiger Fachliteratur konnten die dabei gewonnenen Erkenntnisse für das AP 930 genutzt werden, um die Konfiguration des Schulungsmaterials zu entwickeln.

2.9.3 AP 930 Konfiguration des Schulungsmaterials

Zunächst wurde ein idealtypisches theoretisches Konzept als Basis entwickelt, um darauf basierend ein auf die Projektziele und die erstellte Benutzeroberfläche „PreparedNET Management-Portal“ abgestimmtes Schulungskonzept zu erarbeiten. Das Schulungsmaterial wurde anschließend zur Vorbereitung der Testnutzerworkshops in 2013 entwickelt und im Rahmen dieser überarbeitet und an die Anforderungen der Nutzer angepasst. An Hand dieser Anforderungen wurden Änderungen am Interimskonzept bzw. der Benutzeroberfläche seit Projektmonat 25 (Juni 2012) vorgenommen und planmäßig abgeschlossen.

2.9.4 AP 940 Dokumentation des Schulungsmaterials

Basierend auf AP 930 wurde das Schulungsmaterial in Form eines „Handbuchs Schulungskonzept“ zur zukünftigen Anwendung dokumentiert. Dies beinhaltet die Erläuterung aller erforderlichen Anwendungshinweise der genannten Benutzeroberfläche. Das Handbuch „Schulungskonzept“ wurde in mehreren Workshops erprobt und durch das Feedback der Teilnehmer optimiert.

2.9.5 AP 950 Exemplarische Umsetzung und Feedbackprozess

Die Aktivitäten in AP 950 begannen im Dezember 2012 (Monat 31) mit der Vorbereitung auf die Testnutzerworkshops im Jahre 2013. Im Rahmen dieser erfolgte die Anwendung der Benutzeroberfläche/Interimskonzept mit Praxispartnern. Im Rahmen der beiden Workshops war das Ziel die Gewinnung von Feedback der Teilnehmer. Dieses wurde u. a. zur Anpassung der Schulungsmaterialien genutzt. Auf diese Weise konnte das Schulungskonzept intensiv getestet und auf seine Praxistauglichkeit überprüft werden. Das generierte Feedback ist anschließend wie erwähnt in die finale Version des Schulungskonzeptes eingeflossen.

2.10 AP 1000 Rechtliche Perspektive

Ziel des Arbeitspaketes war eine Analyse der bestehenden Rechtslage für Schadens- und Unglücksfälle, sowie die rechtliche Bewertung des Notfallkonzeptes, das im Forschungsvorhaben entwickelt wurde.

Hierzu wird im Folgenden zunächst ein Überblick über die aktuelle Rechtslage gegeben und relevante Gesetze und Verordnungen identifiziert. Die Notwendigkeit dieser Analyse ergibt sich unter anderem aus dem föderalen System der Bundesrepublik Deutschland.

Bei Unglücks- oder Katastrophenfällen können unmittelbar sowohl Bundes-, als auch Landes- oder Kommunalrechte betroffen sein.³³ Dies zeigt sich bereits an der Zuständigkeit des Bundes für den Zivilschutz gem. Art. 73 I Nr.1 GG, wohingegen die Bundesländer für den Katastrophenschutz in Friedenszeiten zuständig sind, Art. 30, Art. 70 GG. Durch das Inkrafttreten des Vertrages von Lissabon erhält der Katastrophenschutz zudem eine europarechtliche Komponente, so z. B. in der zentralen Katastrophenschutznorm des Primärrechts Art. 196 AEUV.³⁴

Die besondere Herausforderung bei der Darstellung des geltenden Rechts ist, dass eine Vielzahl von Unglücks- oder Katastrophenfällen denkbar sind und mittels Simulation, Lösungsvorschläge für denkbare Szenarien ermittelt werden können. Jeder Unglücks- und Katastrophenfall ist dabei einzigartig und bedarf einer individuell-rechtlichen Bewertung. Auch die vorgeschlagenen Lösungen bedürfen daher individuell-rechtlicher Bewertungen. Die Sperrung einer Straße nach einem einfachen Verkehrsunfall und die damit verbundene (kurzfristige) Umleitung eines Warenstroms, ist in rechtlicher Hinsicht tendenziell weniger anspruchsvoll als der komplette Ausfall eines GVZ nach einem Großschadensereignis oder gar einem terroristischen Akt. Je nach Art des Schadensereignisses und der im Projekt ermittelten Lösungen sind folglich auch verschiedenste Rechtsnormen und Zuständigkeiten betroffen.

Ausgehend von Großschadensereignissen, die als Katastrophenfall³⁵ zu qualifizieren sind, zeigte sich eine weitere Herausforderung in der rechtlichen Bearbeitung. Das Katastrophenrecht (auch als Katastrophenschutzrecht, Katastrophenabwehrrecht

³³ Vgl. Majer, D. (1991), S. 653; S. 655.

³⁴ Vgl. Walus, A. (2010), S. 564.

³⁵ Vgl. Unger, T. (2010), S. 10.

oder Katastrophenverwaltungsrecht bezeichnet) ist in Deutschland ein eher weniger erforschtes Rechtsgebiet. Nach dem Ende des „Kalten Krieges“ hat dieses Rechtsgebiet rechtspolitisch weitestgehend an Bedeutung verloren.³⁶

In jüngster Zeit erlebt das Katastrophenrecht eine „Wiederbelebung“, vor allem vor dem Hintergrund terroristischer Bedrohungen.³⁷ Dass relativ wenig auf diesem Rechtsgebiet aktuell geforscht wird, zeigt sich bereits an der nur in geringer Zahl vorhandenen Literatur zu diesem Thema.³⁸ Eine Anwendung des Katastrophenrechts auf logistische Versorgungsketten – wie im Forschungsprojekt PreparedNET – war weitestgehend „juristisches Neuland“.

Ein Beispiel für die „Wiederentdeckung“ dieses vernachlässigten Rechtsgebietes durch den Gesetzgeber und das damit verbundene Erkennen der Notwendigkeit einer solchen Gesetzgebung, ist das Gesetz zur Sicherstellung von Verkehrsleistungen (Verkehrsleistungsgesetz) vom 23. Juli 2004. Demnach können bei verschiedenen Großschadenslagen oder Krisen Verkehrsleistungen der Privatwirtschaft von der öffentlichen Hand angefordert werden. Voraussetzung für die Anforderung ist, nach dem Verkehrsleistungsgesetz, dass die Bundesregierung durch Beschluss die besondere Notlage festgestellt hat.³⁹

Wird bei einem Großschadensereignis die besondere Notlage nicht durch Beschluss der Bundesregierung festgestellt, kommt dieses Gesetz folglich nicht zur Anwendung. Dann ist zu prüfen, welche rechtlichen Normen außerhalb des Verkehrsleistungsgesetzes betroffen sind und welcher rechtliche Rahmen oder Handlungsspielraum sich aus diesen Normen ergibt. Bereits dieses Beispiel zeigt, wie auch bei einem einzigen Schadensereignis, je nach Vorgehensweise und Voraussetzungen, unterschiedlichste Rechtsnormen betroffen sein können.

Im Zuge des Arbeitspaketes 1000 wurden für das Projekt relevante Gesetze und Verordnungen identifiziert und differenziert nach Europa-, Bundes- und Landesrecht gelistet sowie untersucht. Die Liste der Gesetze und Verordnungen gibt einen Überblick über die Vielzahl der relevanten Normen, die je nach Art und Umfang des Schadensszenarios und der im Projekt ermittelten Lösung betroffen sein können. Es

³⁶ Vgl. Eisenmenger, S./ Stober, R. (2005), S. 121.

³⁷ Ebenda.

³⁸ <http://fzk.rewi.hu-berlin.de/doc/sammelband/Bibliographie.pdf> (2013) (Eine Liste mit Literatur zum Katastrophenrecht).

³⁹ Vgl. Bundesamt für Güterverkehr (2009), S. 3.

wurde hier der Versuch unternommen, die Liste möglichst umfassend und für Schadensereignisse verschiedenster Art darzustellen. Die Liste stellt den Sachstand der Gesetze und Verordnungen im Frühjahr 2013 dar.



Abbildung 36: Ebenen der Gesetze

2.10.1 AP 1010 Bestandsaufnahme und Analyse rechtlicher Vorschriften, Strukturen und Normbeziehungen

2.10.1.1 Eingrenzung der rechtlichen Ebene

Eine Eingrenzung der rechtlichen Darstellung war und ist unerlässlich. Im Folgenden werden daher die ermittelten Lösungen für die wahrscheinlichsten und aus rechtlicher Sicht bedeutendsten Schadensszenarien untersucht und bewertet. Die von staatlicher Seite angeordnete Unterbrechung einer logistischen Versorgungskette aufgrund einer Pandemie, vermag in ihrer rechtlichen Bedeutung sicherlich interessant erscheinen, die Aufarbeitung dieses Themas würde jedoch den Rahmen dieses Projektes überfordern.

Die Eingrenzung auf die rechtliche Untersuchung und Bewertung der Lösungen beinhaltet auch, dass der nachgelagerte Rechtsschutz, wie z. B. Entschädigungs- oder Schadensersatzansprüche der betroffenen Akteure, nicht in die detaillierte Darstellung einfließt. So normiert bspw. das Verkehrsleistungsgesetz in § 9 einen

Entschädigungsanspruch. Mögliche Ansprüche der Akteure mögen zwar grundsätzlich vorhanden sein, sie sind jedoch nicht Bestandteil der vorliegenden Untersuchung.

Auch wurden die relevanten Rechtsnormen nicht hinsichtlich ihrer Verfassungsmäßigkeit untersucht. Selbst wenn in Bezug auf einzelne Rechtsnormen verfassungsrechtliche Bedenken bestehen sollten, so ist der aktuell gegebene rechtliche Rahmen maßgeblich.⁴⁰

Relevant für die Bearbeitung ist ebenfalls das Datenschutzrecht. Es wurde geprüft, ob datenschutzrechtliche Hindernisse in Bezug auf das jeweilige Notfallkonzept bestehen.

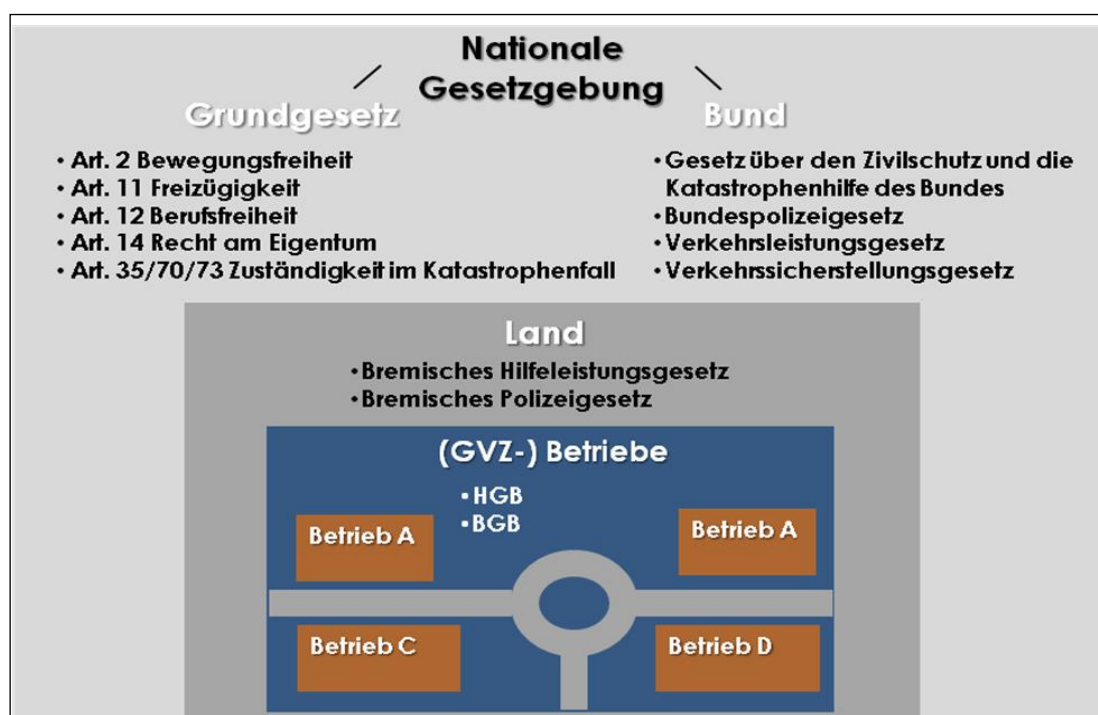


Abbildung 37: Grobebene des nationalen Gesetzgebungsrahmens

2.10.1.2 Vorgehensweise zur Erfassung rechtlicher Vorschriften, Strukturen und Normenbeziehungen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden verschiedene Störungen eines GVZ simuliert und Notfallkonzepte erarbeitet, die eine bestmögliche Aufrechterhaltung der Warenströme gewährleisten sollen. Im Anschluss an die Simulation der Störungen und Notfallkonzepte wurden diese in rechtlicher Hinsicht analysiert und bewertet.

⁴⁰ Vgl. Sattler, H. (2008) (Ausführliche Darstellung der verfassungsrechtlichen Vorgaben für den Katastrophenfall).

Zunächst war dabei zu prüfen, ob und welche öffentlichen Stellen durch eine Störung betroffen sind (z. B. Landes- oder Bundesbehörden) und auf welcher Rechtsgrundlage (Darstellung der betroffenen Gesetze) diese agieren. Nach dieser Analyse der Störungen konnten die erarbeiteten Notfallkonzepte rechtlich bewertet werden. Neben den Befugnissen und Pflichten öffentlicher Akteure, ist hier insbesondere auch die Unternehmensseite in rechtlicher Hinsicht zu beachten.

Bei der Bearbeitung sind u. a. folgende Fragen zu fokussieren:

- Wer ist berechtigte und handelnde Person?
- Welche gesetzlichen Handlungsmöglichkeiten ergeben sich für die Berechtigten?
- Wer ist gesetzlich verpflichtet Handlungen zu unternehmen?
- Welche Rechtsgüter sind betroffen? (z. B. Eigentum, Freiheit, Gesundheit)
- Existieren rechtliche Hindernisse in Bezug auf die von PreparedNET vorgeschlagenen Lösungen?
- Gibt es datenschutzrechtliche Hindernisse in Bezug auf die Datenspeicherung für Notfallkonzepte?

Ein besonderes Augenmerk war auf auftretende Konflikte zwischen bspw. Bundes- und Landesrecht zu legen. Exemplarisch werden hier die Landesrechte des Landes Bremen untersucht. Nachstehend folgt die vom ISL entwickelte Erfassungsmatrix.

Gesetz:	Beispielslandesgesetz zur verfügbaren Lagerung im Katastrophenfall		
Legislative Ebene:	Bundesrecht	Landesrecht	Sonstiges (z.B. Verwaltungsvorschrift, Richtlinie etc.)
Gesetzeszweck:	Das Beispielsgesetz verfolgt den Beispielszweck, im Katastrophenfall Anordnungen treffen zu können, um Lagerhäuser abriegeln und auf der Straße und Schiene befindliche Güter umleiten zu können. Katastrophenfall wird dafür wie folgt definiert...		
Berechtigte / Ermächtigte Personen aus dem Gesetz:	<ul style="list-style-type: none"> – Stadtamt Beispielsstadt – Polizei und deren Hilfsbeamte – Berufsfeuerwehren – Durch die vorgenannten Personen ermächtigte private Personen 		
Verpflichtete Personen aus dem Gesetz:	<ul style="list-style-type: none"> – Eigentümer oder sonst Berechtigte der Ware – Eigentümer oder sonst Berechtigte der Lagerhäuser – Eigentümer oder sonst Berechtigte des Transportmittels – Private Personen, die eine konkrete Möglichkeit haben, auf die Zuwege zu den Lagerhäusern Einfluss zu nehmen. 		
Sonstige Ansprüche	<ul style="list-style-type: none"> – Schadensersatzansprüche der zu Unrecht Verpflichteten bei Fahrlässigkeit einer berechtigten Person, begrenzt auf die Höhe des Einkaufswertes der Ware 		
Charakter der Regelung:	Staat – Staat	Staat-Bürger	Bürger-Bürger
Bezugspunkte zu den im Interimskonzept definierten Handlungsfelder:	<ul style="list-style-type: none"> – Kurzfristige Zugriffskontrolle über Lagerung der Ware – Umverfügung von Lagerung – Umdisposition von Transporten 		

Abbildung 38: Muster Matrix zur Erfassung von Gesetzen

2.10.2 AP 1020 Abgleich Interimskonzept mit rechtlichen Rahmenbedingungen

Ziel des AP 1020 ist der Abgleich des Interimskonzepts mit den rechtlichen Rahmenbedingungen. Dieser Abgleich ist in der Entwicklungsphase permanent erfolgt, um eine optimale Integration des Interimskonzepts zu ermöglichen.

Im Rahmen dessen wurden zwei Schadensszenarien analysiert und rechtlich bewertet. Die hier gewählten Szenarien sind jedoch konkretisiert worden und stellen exemplarische Einzelfälle dar. Ohne diese Konkretisierung wäre eine rechtliche Bearbeitung nicht möglich gewesen, da die rechtliche Bewertung stets vom individuellen, konkreten Einzelfall abhängt.

Die Vorgehensweise gestaltete sich folgendermaßen. Zwei Schadensszenarien (Sperrung einer Straße/Ausfall einer Eisenbahnlinie) sind in diesem Zusammenhang auf die mit ihnen verbundenen rechtlichen Konsequenzen analysiert worden. Diese exemplarischen Einzelfälle sind zur Beurteilung konkretisiert worden und bestehen in jeweils einem analysierten Schadensereignis auf der Schiene und einem auf der Straße.

Folgende Erkenntnisse sind bei deren Untersuchung generiert worden. Es konnte festgestellt werden, dass keine rechtlichen Einwände gegen die Anwendung der Benutzeroberfläche bestehen. Dies ist die zentrale Erkenntnis des Arbeitspaketes 1000. Eventuelle Schadensersatzansprüche, die aus dem Verhalten von Akteuren resultieren könnten, würden im Fall eines Schadensereignisses nachrangig überprüft.

Zusammenfassende Erkenntnisse der Schadensfallanalysen

Die Analysen lassen die „Beherrschbarkeit“ der durch mögliche Schadensereignisse induzierten juristischen Prozesse klar erkennen. Die nachfolgende Darstellung der Erkenntnisse entspricht dabei keiner inhaltlichen Priorisierung oder Gewichtung.

Die wichtigsten Feststellungen sind:

- Es *existieren keine allgemeingültigen Referenzfälle*, d. h. jedes Schadensereignis ist rechtlich gesondert zu analysieren.
- Problemlagen hinsichtlich Datenschutzes spielen quasi keine Rolle.
- Die beiden Fallbeispiele zeigen, dass es aus *rechtlicher Sicht zu keinen Einschränkungen der Waren-/Versorgungsflüsse* kommt. Generell gilt somit, dass bei der PreparedNET-Umsetzung keine Situationen zu erwarten sind, in

denen aus rechtlicher Perspektive eine Aufrechterhaltung der logistischen Prozesse in den Güterverkehrszentren eingeschränkt oder verhindert wird.

- Im Extremfall, dem Ausfall eines kompletten Güterverkehrszentrums und weiterer Infra- und Suprastrukturen in einer Region, würde u. a. vor allem das *Verkehrsleistungsgesetz* greifen. Auf dieser rechtlichen Basis ist die Zusammenarbeit der Logistischen Dienstleister geregelt. Im von der Bundesregierung ausgerufenen Katastrophenfall würden die Logistischen Dienstleister ihre Dienstleistungen dem Bund zur Verfügung stellen. Die Unternehmen sind dabei zur Mithilfe verpflichtet, erhalten dafür aber eine marktübliche Vergütung⁴¹.
- *Rechtlich entscheidend* für die Umsetzung der vom PreparedNET-System vorgeschlagenen Lösungsansätze *sind vielmehr die individuellen vertraglichen Regelungen auf Ebene der Unternehmen*. Diese erfolgen überwiegend im Rahmen gängiger Praxis des HGB oder branchenspezifischer Rechtsnormen.

2.10.3 AP 1030 Handlungsempfehlungen zur Vermeidung rechtlicher Konflikte

Die grundsätzliche und sehr wichtige Erkenntnis hinsichtlich der durchgeführten juristischen Recherchen und Analysen zeigt, dass die Umsetzung der im PreparedNET-System generierten Lösungen generell zu keinen rechtlichen Problemlagen führt. Dennoch lassen sich einige Ansätze zur weiteren Optimierung der im Schadensfall eintretenden Logistikprozesse erkennen.

Vor diesem Hintergrund lassen folgende Handlungsempfehlungen skizzieren:

- Die im Schadensfall erforderlichen behördlichen Sondergenehmigungen (z. B. für Gefahrgut oder in seltenen Fällen Schwergut) sollten von den entsprechenden Akteuren „kulant“ und „praxisnah“ geregelt werden. Hier wird angeregt, dies über die Verbände (z. B. Deutsche GVZ-Gesellschaft, DSLV etc.) und Behörden zu thematisieren und Lösungsansätze zu entwickeln.
- Entwicklung von „einfachen Musterverträgen“ für logistische Prozesse in Schadensereignissen. Diese Empfehlung zielt darauf ab, die vertraglichen Regelungen zwischen den logistischen Dienstleistern zu „standardisieren“. Hier kann sicherlich auf übliche Vertragswerke aus dem „speditionellen Alltag“ zurückgegriffen werden, die dann entsprechend zu modifizieren wären. Ziel ist

⁴¹ O.V. (2010).

es, eine vertragliche Grundlage zu schaffen, die den Anforderungen an ein Schadensereignis gerecht werden kann. Dies bedeutet, dass die wichtigsten Folgen/Konsequenzen "rechtsaffin" abzubilden bzw. zu berücksichtigen sind.

- Die Fortführung der Prüfung zukünftig neuer Rechtsgrundlagen (Gesetze, Rechtsnormen etc.) ist anzustreben. Dies kann in einem Anschlussprojekt oder auch einem gesonderten Rechtsprojekt vollzogen werden.
- In genereller Hinsicht ist eine Optimierung der Kommunikationswege zwischen Behörden im Schadensfall von Bedeutung und potenzieller Projektgegenstand. Die Optimierung ist bereits für die Akteure von Logistikagglomerationen durch die Entwicklung des Demonstrator-Tools, des „Management Portals“ im Rahmen von PreparedNET gelungen. Mithilfe dessen können alle angesiedelten Unternehmen auf einfache Weise über Schadensereignisse sowie Folgen etc. informiert und infolgedessen Verhandlungsprozesse zwischen diesen ermöglicht werden. Dennoch ist eine weitere Optimierung zwischen Behörden/Institutionen denkbar. Rechtliche Konflikte können ggf. von vorneherein „entschärft“ werden, wenn von kurzen Zeiträumen des konkreten Schadensereignisses bereits gesichert ausgegangen werden kann.
- Die vorgenannten Handlungsempfehlungen sind insbesondere von Förderinstitutionen bzw. Verbänden anzuregen, die in die Prozesse involviert sind. Denkbar ist auch die gesonderte Prüfung weiterer Schadensfälle bzw. die „Vertiefung“ exemplarischer Schadensfälle in Richtung juristischer Fachkommentare

2.11 AP 1100 DIN SPEC (Erweiterung ISO 28000)

Das dieser DIN SPEC zugrunde liegende Sicherheitsszenario geht von einer Störung einer Logistikagglomeration durch terroristische Handlungen und/oder durch allgemeine unvorhersehbare Schadensereignisse aus. Die Anwendung der Spezifikation soll dazu beitragen, die Auswirkungen zu begrenzen.

Eine durch das PreparedNET-Projektkonsortium erarbeitete Referenzlösung des Interimskonzepts bietet das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik an.

Diese DIN SPEC nach dem PAS-Verfahren gibt Leitlinien für den Aufbau eines Notfallkonzeptes zur bestmöglichen Aufrechterhaltung der Warenflüsse auch im Falle einer erheblichen Störung der Infra- und Suprastruktur einer Logistikagglomeration. Anwendung findet die DIN SPEC (PAS) in Bereichen mit überbetrieblichen, physisch möglichen Austauschbeziehungen zwischen Logistikakteuren sowie bei Wechselwirkungen in logistischen Netzwerken (z. B. GVZ, Logistik- und Industrieparks, Flughäfen etc.). Dagegen ist sie nicht vorgesehen für die Anwendung auf einzelbetrieblicher Betrachtungsebene, d. h. bei innerbetrieblichen Austauschbeziehungen.⁴²

Im Nachfolgenden wird die Vorgehensweise zur Erarbeitung der DIN SPEC 91291 im Rahmen von PreparedNET geschildert.

2.11.1 AP 1110 Vorbereitende Arbeiten und Bestandsaufnahme

In AP1100 erfolgte die Einführung der Projektpartner in die Prinzipien und Arbeitsweisen der deutschen, europäischen und internationalen Normungsorganisationen und ihrer Instrumente. Die Einführung wurde durch das DIN durchgeführt.

Weiterhin erfolgt eine Aufbereitung der Norm ISO 28000: Specification for security management systems for the supply chain durch das DIN. Aufbauend auf der Analyse der ISO 28000 entscheiden das ISL und die Projektpartner, wie diese Norm für die weiteren Arbeitspakete genutzt werden kann.

Sowohl am 09.12.2010 als auch am 28.01.2011 erfolgen Sondierungsgespräche mit dem DIN hinsichtlich der Vorgehensweise bezüglich der Zusammenarbeit zwischen dem DIN und dem ISL zur Entwicklung der DIN-Spezifikation.

⁴² Zitat: Einleitung DIN SPEC 91291, S. 4.

Darauf aufbauend fand am 28.06.2011 im ISL ein Methodenentwicklungsgespräch mit dem Projektkonsortium des ISL statt, bei dem seitens des DIN die Entwicklungsschritte für den Geschäftsplan und der DIN SPEC anhand eines Zeitplans vorgestellt wurden. Als sichtbares Ergebnis der Vorarbeiten für die Entwicklung der DIN SPEC erfolgte die Ernennung eines Gremiums zur Entwicklung der DIN SPEC sowie die Entwicklung eines öffentlich einsehbaren Geschäftsplans seitens des Entwicklungsgremiums. Der Geschäftsplan war Ergebnis des Kick-Off-Meetings und regelte die zu bearbeitenden Inhalte der DIN SPEC Entwicklung.

Über Livelink wurde ein Zugang zum DIN erstellt, über den ein Dokumententausch ermöglicht wurde. Seitens des DIN wurden vor dem Projekthintergrund die ISO 28000 begleitende, relevante Normen mittels Normenrecherche identifiziert und in Form einer Normungsdatenbank auf Livelink dem Konsortium zur Einsicht zur Verfügung gestellt.

2.11.2 AP 1120 Analyse des Standardisierungspotentials, Festlegung

Gegenstand und Anwendungsbereich

Aufbauend auf die vorbereitenden Arbeiten wurden im Anschluss die Vorarbeiten für die Erstellung der DIN SPEC (Erweiterung ISO 28000) geleistet. Hierzu war zunächst die Normungsfähigkeit der Prozesse und Parameter zu prüfen. Dies erfolgte zunächst über eine Grobanalyse der Ergebnisse von AP 200 (HFU) und AP 300 (ISL). Die jeweils federführenden Verbundprojektpartner bildeten hier die Input-Schnittstellen. Weiterhin sicherte das ISL die Schnittstelle zu AP 500 und unterstützte die sukzessive Verfeinerung der Definition der zu standardisierenden Parameter. Die Durchführung der Simulationsexperimente (AP 600) durch das ISL war ein weiterer Input für dieses Arbeitspaket und evaluierte die Normungsfähigkeit der bereits bestimmten Parameter. Abschließend erfolgte die Festlegung einer Zielrichtung, der zu erarbeitenden DIN-Spezifikation. Hierzu war die Bestimmung des Anwendungsbereichs und eine Abgrenzung zu ggf. nicht behandelten Bereichen notwendig.

Die Prüfung der Normungsfähigkeit fasst die Ergebnisse im Geschäftsplan zusammen, welcher seitens des sich konstituierenden DIN-Gremiums zur Erstellung der DIN SPEC entwickelt wurde. Der Geschäftsplan war mit dem Kick-Off-Meeting zu verabschieden, welchem ein Pre-Kick-Off-Meeting zur Ablaufplanung vorgeschaltet war.

Hinsichtlich der vorbereitenden Arbeiten und der Bestandsaufnahme wurde in enger Abstimmung mit dem DIN ein Geschäftsplan für die DIN SPEC (PAS) erarbeitet, welcher unter der Nummer DIN SPEC 91291 bis zum 06.02.2012 beim DIN öffentlich einsehbar war. Auch wurde bereits eine Gliederung für den Inhaltlichen Aufbau der DIN SPEC erarbeitet, welche als Basis für den Erstellungsprozess der DIN SPEC im Gremium diente.

Der Geschäftsplan gab die geplanten Aktivitäten des sich zu definierenden Gremiums wieder. Es wurden in der Projektlaufzeit vier Versionen des Geschäftsplans erstellt:

- (1) zur internen Kommentierung
- (2) zur Kommentierung durch die Öffentlichkeit
- (3) zur Annahme im Gremium (Kick-off)
- (4) Zur Erarbeitung der DIN SPEC nach Annahme

Im Februar 2012 fand im ISL das für die Vorarbeiten abschließende Kick-Off-Meeting statt, auf dem sich das Gremium zur Entwicklung der DIN SPEC 91291 konstituierte und der erarbeitete und öffentlich ausgelegte Geschäftsplan verabschiedet wurde.

Das DIN SPEC-Entwicklungsgremium setzte sich aus folgendem Personenkreis zusammen:

Gremienmitglieder des Projekts PreparedNET		
Name	E-Mail	Institution
Herr Prof. Dr. Hendrik Wildebrand (Initiator der DIN SPEC)	wildebrand@isl.org	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) Logistische Systeme Universitätsallee 11-13 28359 Bremen
Herr Dr. Thomas Landwehr (Obmann)	landwehr@isl.org	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) Logistische Systeme Universitätsallee 11-13 28359 Bremen
Herr Guido Kille	kille@isl.org	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) Logistische Systeme Universitätsallee 11-13 28359 Bremen
Herr Oliver Klein	klein@isl.org	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) Logistische Systeme Universitätsallee 11-13 28359 Bremen
Herr Felix Mackenthun	mackenthun@isl.org	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) Logistische Systeme Universitätsallee 11-13 28359 Bremen
Herr Joachim Meyer	meyer@isl.org	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) Logistische Systeme Universitätsallee 11-13 28359 Bremen
Herr Axel Wunsch	wunsch@isl.org	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) Logistische Systeme Universitätsallee 11-13 28359 Bremen
Herr Dr. Thomas Nobel	nobel@gvz-org.de	Deutsche GVZ Gesellschaft mbH (DGG) Universitätsallee 11-13 28359 Bremen
Prof. Dr. Guido Siestrup	guido.siestrup@hs-furtwangen.de	Hochschule Furtwangen (HFU) Fakultät Wirtschaftsinformatik Fachgebiet Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Logistik Robert-Gerwig-Platz 1 78120 Furtwangen
Frau Claudia Breuer	claudia.breuer@hs-furtwangen.de	Hochschule Furtwangen (HFU) Fakultät Wirtschaftsinformatik Robert-Gerwig-Platz 1 78120 Furtwangen
Herr Robert Dotzloff	r.dotzloff@hs-furtwangen.de	Hochschule Furtwangen (HFU) Fakultät Wirtschaftsinformatik Robert-Gerwig-Platz 1 78120 Furtwangen
Herr Steffen Nestler	nestler@lub-consulting.de	LUB Consulting GmbH Palaisplatz 4 01097 Dresden

Herr Alexander Stuhr	stuhr@lub-consulting.de	LUB Consulting GmbH Palaisplatz 4 01097 Dresden
Herr Jens Uhlmann	Jens.Uhlmann@emons.de	Emons Spedition GmbH Potthoffstr. 7 01159 Dresden

2.11.3 AP 1130 Erstellung einer DIN-Spezifikation

Aufbauend auf AP1120 wurde in AP1130 die DIN-Spezifikation erarbeitet. Das Gremium zur Erarbeitung der DIN SPEC wurde beim Kick-Off initiiert. Die Moderation und Leitung übernahm der Obmann (hier: Herr Thomas Landwehr). Die weitere Betreuung des Arbeitskreises wurde ebenfalls durch das DIN gewährleistet. Im Rahmen mehrerer Workshops und Sitzungen wurde ein Manuskript erstellt, über welches das Standardisierungsgremium abstimmen musste. Auf diese Weise konnte der Erweiterungsprozess der ISO 28000 abgeschlossen werden. Das ISL stellte hierzu die jeweils notwendigen erarbeiteten Ergebnisse der vorangegangenen Arbeitspakete zur Verfügung. Weiterhin nutzte das ISL seine verschiedenen Netzwerke, um weitere Experten für den Arbeitskreis zu gewinnen, die nicht Teil des Verbundprojektes waren.

- Das Kick-Off-Meeting zur Erstellung der DIN SPEC hat stattgefunden am 14.02.2012 und galt als erstes Meeting zur Entwicklung der DIN SPEC im Rahmen dieses Arbeitspaketes
- Der erste DIN SPEC-Workshop hat stattgefunden am 12.09.2012 beim DIN in Berlin
- Der zweite DIN SPEC-Workshop hat stattgefunden am 10.12.2012 beim ISL in Bremen
- Der dritte und abschließende DIN SPEC-Workshop hat stattgefunden am 20.08.2013 beim ISL in Bremen.

Die Inhalte der DIN SPEC 92191 wurden von den Gremienmitgliedern im Konsortium erarbeitet. Der Obmann (gestellt durch das ISL) moderierte die Workshops und sorgte für eine Konsensfindung, die Einhaltung des Geschäftsplans und die Sicherung der Ergebnisse. Das DIN arbeitete die abgestimmten Inhalte in das Dokument ein. Die DIN SPEC 91291 liegt mit dem Projektabschluss als verabschiedete Fassung vor. Sie stellt das Ergebnis des AP1100 dar.

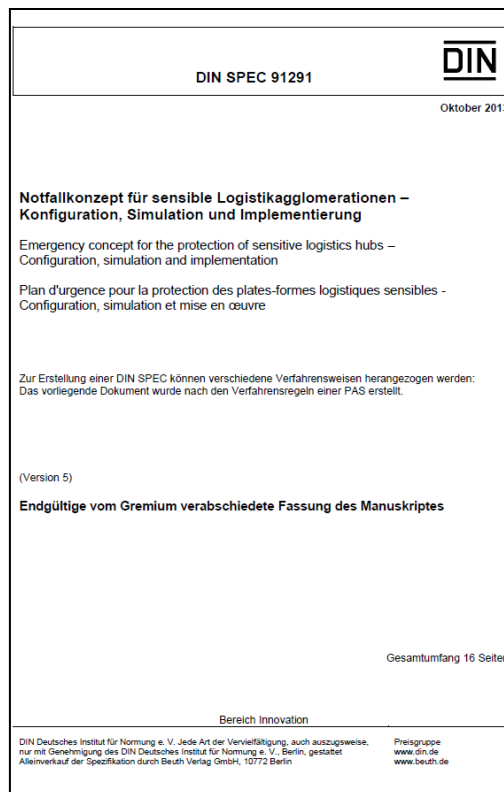


Abbildung 39: Titelblatt DIN SPEC 91291

2.12 AP 1200 Transfer und Diffusion

Federführer des Arbeitspaketes 1200 war das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik. Das Arbeitspaket 1200 diente dem Transfer und der Diffusion des Interimskonzeptes in die Praxis (etwa in die GVZ-Landschaft der Bundesrepublik Deutschland, weiteren Logistikstandorten sowie in logistikintensive Industrieparks) sowie in die Wissenschaft. Es verlief größtenteils in Zusammenarbeit mit allen Projektpartnern und beinhaltete neben regelmäßigen Begleitkreisworkshops u. a. Projektpräsentationen auf nationalen und internationalen Fachtagungen und Messen sowie öffentlichkeitswirksame Publikationen.

2.12.1 AP 1210 Begleitkreisworkshops

Das Ziel der Begleitkreisworkshops war die Schaffung von Akzeptanz hinsichtlich des zu erforschenden und zu konfigurierenden Interimskonzeptes bei den zukünftigen Nutzern und damit die Ermöglichung der Verbreitung und Nutzung des Konzeptes auf der gesamten bundesdeutschen GVZ-Ebene und auf weitere komplexe Logistikinfrastrukturen.

Herr Dr. Nobel (DGG) und Herr Nestler (LUB), beide Geschäftsführer der Deutschen GVZ Gesellschaft (DGG), erhöhten hierbei insbesondere die Akzeptanz für die Sicherheitslösung, indem sie die Projektinhalte und Fortschritte der Arbeiten im Rahmen der DGG-Beiratssitzungen und DGG-Gesellschafterversammlungen mit den deutschen GVZ-Stakeholdern im Workshopcharakter erfolgreich kontinuierlich diskutierten. Entsprechende Versammlungen waren hier u. a.:

- Beiratssitzung der Deutschen GVZ-Gesellschaft am 03. September 2010 in Potsdam, an der u. a. die Geschäftsführer der GVZ-Entwicklungsgesellschaften der BRD teilnahmen
- Beiratssitzung des Güterverkehrszentrums Bremen am 1. November 2010 in Bremen
- DGG-Gesellschafterversammlung am 11. Mai 2011 in München
- DGG-Beiratssitzung am 2. September in Potsdam und am 24. November 2011 im GVZ Glauchau

Die Diskussionen lieferten zudem wichtige Inputs für eine stetige Weiterentwicklung und Optimierung der PreparedNET-Sicherheitslösung.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass insbesondere auf bundesdeutscher GVZ-Ebene das Projekt PreparedNET flächendeckend bekannt gemacht wurde. Zudem wurde das Projekt durch die DGG international interessierten Stakeholdern der GVZ Verona, Minsk und Chengdou vor Ort vorgestellt.

Über die Projektlaufzeit hinaus werden nun zwischen ISL, DGG und GVZ-Stakeholdern Diskussionen hinsichtlich möglicher Implementierungskonzepte einschließlich betriebswirtschaftlich fundierter Betreibermodelle des Sicherheitskonzeptes geführt.

2.12.2 AP 1220 Auswahl weiterer geeigneter Testnutzer

Wie bereits mehrfach in den vorherigen Kapiteln erwähnt, wurden folgende Unternehmen neben Emons als Testnutzer in das Projekt mit einbezogen:

- Heinrich Langhorst & Co. KG (LKW-Spediteur - ansässig im GVZ-Bremen)
- ACOS Group GmbH (Spediteur, der Eisenbahntransporte über das KV-Terminal im GVZ Bremen abwickelt)
- ITL – Internationale Transportlogistik Dresden (Spediteur, der Eisenbahntransporte über das KV-Terminal im GVZ Dresden abwickelt)

Durch die Wahl der Testnutzer wurden die Notfallpläne in Planspielen mittels des MAS-Demonstrators in Gänze getestet und das Gesamtsystem konnte hinsichtlich der Praxisnotwendigkeiten erfolgreich optimiert werden. Die Praxisanwender bestätigten abschließend die Adaptierbarkeit in die Praxis sowie das Potenzial des Gesamtsystems für die Sicherung der Warenketten im Schadensfall.

2.12.3 AP 1230 Projektpräsentation auf Fachtagungen

Zur Verbreitung der Projektergebnisse sowie für den fachlichen Austausch mit Experten wurden Projektpräsentationen auf Fachtagungen und Messen durchgeführt.

Zum anderen wurden parallel die Kommunikation und der Transfer der innovativen Projektergebnisse in die Wissenschaft (wissenschaftliche Tagungen) und durch bereits existierende Transferkreise des ISL in die Praxis realisiert, da u. a. gerade auch diese Aufgabe den Stiftungszweck des Instituts widerspiegelt.

Auf folgenden Fachtagungen und Messen wurde das Projekt erfolgreich präsentiert:

- 6th Future Security, Security Research Conference Berlin, September 5th – 7th, 2011
- 18. April 2012: WILDEBRAND, H.: PreparedNET: Simulationsbasierte Notfallkonzepte für komplexe Logistiksysteme, BMBF-Innovationsforum, Berlin
- 23. April 2012: WILDEBRAND, H.: PreparedNET: Simulation und Erforschung eines Notfallkonzeptes zum Schutz von Logistikknoten, Hannover Messe 2012, Hannover
- Vorträge auf Fachtagungen in Kooperation mit der HFU. „17th International Symposium on Logistics (ISL 2012) - New Horizons in Logistics and Supply Chain Management (Cape Town, South Africa - 8th – 11th July 2012)
- 28. September 2012: WILDEBRAND, H.: PreparedNET: Agentenbasierte Simulation und Erforschung eines Notfallkonzeptes zum Schutz von Logistikknoten, Messe SECURITY Essen 2012, Essen
- International Conference on Sustainable Growth Through Green and Secure Logistics in Shanghai vom 01.11.2012 bis 03.11.2012 und Vortrag über ein gemeinsames Paper mit der HFU
- 29. Januar 2013: KILLE, G.: PreparedNET: Erfahrungen mit der Standardisierung in einem Projekt der Sicherheitsforschung, DIN- Informationsveranstaltung zur Normung und Standardisierung für die Sicherheitsforschung, Berlin
- 09. April 2013: KILLE, G.: PreparedNET: Simulationsbasierte Notfallkonzepte für komplexe Logistiksysteme – Entwicklung und Anwendung, VfS-Kongress 2013, Leipzig
- 19. Juni 2013: WILDEBRAND, H.: PreparedNET: Agentenbasierte Simulation und Erforschung eines Notfallkonzeptes zum Schutz von sensiblen Logistikknoten, BMBF-Fachworkshop „Zivile Sicherheit im Warenverkehr“, Berlin

Weitere Projektpräsentationen im Rahmen von Fach- und Wissenschaftstagungen, auch nach Ende der Projektlaufzeit, werden weiterhin durchgeführt, was einen nachhaltigen Ergebnistransfer unterstützen wird. Hierbei soll insbesondere der Gesamtdemonstrator präsentiert werden.

2.12.4 AP 1240 Publikationen

Folgende Publikationen bzgl. des Projektes sind bisher durch das ISL und auch in Kooperation mit der Hochschule Furtwangen erstellt worden:

- DVZ Deutsche Logistik- Zeitung: Vom Terror nicht unterkriegen lassen - Forschungsprojekt entwickelt Notfallkonzept für GVZ, 06.01.2011.
- Wildebrand, H., Haasis, H.-D., Zimmermann, F., Plöger, M.: Security Simulation for Critical Infrastructure of Freight Villages Using Software-Agents, in: Proceedings of the 6th Future Security Research Conference, Berlin September 5th - 7th 2011, 479-484.
- Breuer, C., Haasis, H.-D., Plöger, M., Siestrup, G., Wildebrand, H.: Support of an operational supply chain risk management for sensitive logistics nodes, in: Pawar, K. S. und H. Rogers (Hrsg.): Proceedings of the 16th International Symposium on Logistics (ISL 2011): „Re-building Supply Chains of the future for a Globalised World“, 335-339.
- Breuer, C., Siestrup, G., Haasis, H.-D. (2012): Operational Risk Issues and Time-Critical Decision-Making for Sensitive Logistics Nodes, in: Chan, H. K., Lettice, F. und O. Durowoju (Hrsg.): Decision-Making for Supply Chain Integration, London: Springer, S. 123-143.
- Siestrup, G., Breuer, C., Wildebrand, H., Haasis, H.-D. (2012): A Risk Management Approach for Logistics Agglomerations, in: Proceedings of the 25th European Conference on Operational Research, S. 251.
- Breuer, C., Wildebrand, H., Haasis, H.-D., Reusch, M., Siestrup, G., Wunsch, A. (2012): Reactive Risk Management Using a Combined Multi-Agent Simulation Approach, in: Pawar, K. S. und A. T. Potter (Hrsg.): Proceedings of the 17th International Symposium on Logistics (ISL 2012): “New Horizons in Logistics and Supply Chain Management”, S. 319-326.
- Breuer, C., Siestrup, G., Haasis, H.-D., Wildebrand, H.: Collaborative Risk Management in Sensitive Logistics Nodes, in: Team Performance Management, erscheint in 2013, 11 Seiten.

weitere Veröffentlichungen:

- ISL Forschungsberichte 2010, 2011, 2012, 2013
- Projektflyer und eine eigene Projekthomepage

- Laufende Veröffentlichung aktueller Ergebnisse zum Projekt PreparedNET auf der Homepage des ISL
- Pressemitteilungen vom 01. August 2011 „PreparedNET zieht eine vielversprechende Zwischenbilanz“ (Pressemitteilung wurde von folgenden Agenturen online übernommen: My Logistics, Logistik Heute, Logistra, CargoForum)
- Pressemitteilung vom 14. März 2012: PreparedNET demonstriert erstmals Multiagentensystem zur Simulation von Schadensereignissen in einem Güterverkehrszentrum
- Pressemitteilung vom 27. Mai 2013: Erfolgreicher Praxistest zum Schutz von Güterverkehrszentren und Logistikknoten bei Störungen
- Pressemitteilung vom 23. September 2013: Erfolgreiche Abschlussveranstaltung des Forschungsvorhabens PreparedNET: Projektkonsortium präsentiert Unternehmen die Möglichkeiten und Vorteile des entwickelten Management Portals für Logistikknoten

Die Projektinhalte wurden u. a. auch im Rahmen folgender Lehrveranstaltungen detailliert präsentiert:

- Lehrveranstaltung „Logistik“ FH Osnabrück, durchgeführt von Prof. Dr. Hendrik Wildebrand
- Lehrveranstaltung „Mesologistik und Netzwerkmanagement“ Uni Bremen, durchgeführt von Professor Dr. Hans-Dietrich Haasis
- Lehrveranstaltung „International Supply Chain and Logistics“ HWR Berlin, durchgeführt von Prof. Dr. Hendrik Wildebrand
- Lehrveranstaltung „Produktion, Logistik, Warenwirtschaft“ HWR Berlin, durchgeführt von Prof. Dr. Hendrik Wildebrand

Weitere nationale und internationale Veröffentlichungen sind auch nach Projektende geplant.

2.12.5 AP 1250 Messepräsentationen

Neben Publikationen und Besuchen von Fachtagungen wurde an nationalen Messen teilgenommen, auf denen das Projekt PreparedNET und die damit verbundenen aktuellen Ergebnisse fortlaufend präsentiert wurden und über die Projektlaufzeit

hinaus präsentiert werden. Dieses führte und führt wiederum zur Verbreitung der Projektergebnisse in die Praxis. Folgende Messen sind hier zu nennen:

- 23. April 2012: WILDEBRAND, H.: PreparedNET: Simulation und Erforschung eines Notfallkonzeptes zum Schutz von Logistikknoten, Hannover Messe 2012, Hannover
- 28. September 2012: WILDEBRAND, H.: PreparedNET: Agentenbasierte Simulation und Erforschung eines Notfallkonzeptes zum Schutz von Logistikknoten, Messe SECURITY Essen 2012, Essen
- transport & logistik 2013 in München am Messestand des Instituts für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

Weitere Messepräsentationen der Sicherheitslösung werden auch nach Projektende durchgeführt.

2.13 AP 1300 Evaluation alternativer Methoden/Verfahren

Der Fokus des Verbundvorhabens PreparedNET sollte zu Beginn nicht ausschließlich auf die agentenbasierte Modellierung ausgerichtet sein. Dieses bedeutet, dass zusätzlich alternative Methoden/Verfahren diskutiert werden mussten, die dahingehend vielversprechend erschienen, die im Verbundvorhaben aufgezeigten herausfordernden Problemstellungen zufriedenstellend, also hinreichend gut, zu lösen. Diese wurden deshalb ausführlich analysiert und diskutiert und hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit zur Koordinationsunterstützung bei Eintritt von Störfallszenarien für partizipative Entscheidungssituationen in dynamischen Netzen evaluiert. Im Fall, dass die Agentenbasierte Modellierung für das Teilvorhaben des ISL nicht handhabbar gewesen wäre, sollte entsprechend der Meilensteinplanung auf einzeln oder in Kombination positiv evaluierte Alternativverfahren zur Erfüllung der Teilvorhabens- und Vorhabensziele zurückgegriffen werden.

In AP 1310 wurden alternative Methoden/Verfahren identifiziert, die neben der Agentenbasierten Modellierung zufriedenstellende Erfolgsaussichten zur Lösung der aufgezeigten herausfordernden Problemstellungen des Teilvorhabens PreparedNET – ISL bieten können. Es wurden zunächst die drei vielversprechenden Methoden „System Dynamics“, „ARIS“ und die „Übertragung des MRP II-Konzeptes“ hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bzgl. der hier relevanten Problemstellung kurz analysiert. Ergebnis dieses Arbeitspaketes war eine Kurzdarstellung potenzieller Methoden/Verfahren als Alternative zur Agentenbasierten Modellierung.

Das AP 1320 hatte zum Ziel, die in AP 1310 identifizierten Alternativmethoden/-verfahren einzeln oder auch kombiniert etwa nach folgenden Kriterien zu analysieren und zu diskutieren:

- Inwiefern lassen sich multipel miteinander vernetzte Zulieferketten detailliert modellieren?
- Können die Organisationsstrukturen und damit auch die aktorenspezifischen Entscheidungs- und Informationsstrukturen konfiguriert und anschließend simuliert werden, um eine flexible Koordination zwischen den betroffenen GVZ-Akteuren im Sinne einer partizipativen, dynamischen Planung und Steuerung schadensspezifisch verbleibender Transport-, Umschlags- und Handling-Kapazitäten zu gewährleisten? Dieses betrifft insbesondere die

Bewertung der Höhe des Freiheitsgrades der Methoden/Verfahren, um die notwendigen Problemlösungs-, Kooperations- und Koordinationsstrategien in den Systemelementen abbilden und damit das nicht lineare aktorspezifische Entscheidungsverhalten hinreichend gut flexibel und dynamisch anpassbar gestalten und simulieren zu können.

- Inwieweit lässt sich aufbauend auf den Modellierungs- und Simulationsmethoden/-verfahren im Anschluss ein Software-Demonstrator konfigurieren und zwischen den Testnutzern implementieren?
- Können die Ergebnisse aufbauend auf die Alternativmethoden/-verfahren so aufbereitet werden, dass sie als standardisierte Prozessbeschreibungen direkt für das Interimskonzept (AP 700), das Schulungskonzept (AP 900) und für die DIN Spezifikation (AP 1100) übernommen werden können?

Die Ergebnisse wurden so aufbereitet, dass die einzeln oder in Kombination positiv evaluierten Methoden/Verfahren entsprechend der Meilensteinplanung als Alternative zur Agentenbasierten Modellierung für den weiteren Verlauf im Teil- und Verbundvorhaben herangezogen werden könnten. Ergebnis dieses Arbeitspaketes war eine dokumentierte Analyse, Diskussion und Bewertung potenziell gegenüber der Agentenbasierten Modellierung alternativer Methoden und Verfahren.

Nachfolgend werden die einzelnen Methoden beschrieben und bewertet.

2.13.1 AP 1310 Identifikation alternativer Methoden/Verfahren

Nachfolgende Methoden wurden zu diesem Zweck analysiert:

- ARIS (Architektur integrierte Informationssysteme)
- MRP II (Manufacturing Resource Planing)
- SD (System Dynamics)

2.13.2 AP 1320 Analyse und Diskussion alternativer Methoden/Verfahren

2.13.2.1 ARIS

Das ARIS-Konzept stellt Modellierungsmethoden bereit, mit denen Geschäftsprozesse eines Unternehmens aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Dazu werden fünf verschiedene Beschreibungssichten sowie drei Beschreibungsebenen zur Verfügung gestellt und im ARIS-Haus dargestellt. Somit stehen bei der ARIS-Methode die Geschäftsprozesse eines Unternehmens im

Vordergrund. Hinsichtlich der Fragestellung handelt es sich jedoch um die Interaktion unterschiedlicher Unternehmen in einem GVZ. Hinsichtlich der Problemstellung muss daher die Methodik geeignet sein, unternehmensübergreifende Interaktionsprozesse zu modellieren, was mit der ARIS-Methodik nur suboptimal gelingt.

Insbesondere die Schwäche der problematischen Erweiterung um neue Modellelemente stellt bei ARIS einen Nachteil gegenüber der agentenbasierten Modellierung dar. Gerade für die Entwicklung skalierbarer Modelle, welche Anpassungen an die modellhaften Bedürfnisse anderer GVZ zulassen, eignet sich die ARIS-Methodik daher nur bedingt. ARIS stellt nach Ansicht des Gutachters eine strukturierte Vorgehensweise mit verschiedenen vordefinierten perspektivischen Sichtweisen zur Entwicklung von unternehmerischen Konzepten zur Lösung von Problemen dar. Gegenüber agentenbasierter Modellierung liefert ARIS lediglich problem- und lösungsbezogene Informationen auf Basis der verschiedenen vordefinierten Sichtweisen.

2.13.2.2 *MRP II*

MRP-II ist ein hierarchisches Planungskonzept und verfolgt das Ziel einer durchgängigen Planung, vom Geschäftsplan über den Absatzplan bis zum Produktionsplan. Es findet verstärkt in der Produktionsplanung Anwendung. Für einen erfolgreichen Ansatz von MRP II muss eine Prognostizierbarkeit der verfügbaren Kapazitäten, Durchlaufzeiten der Aufträge etc. vorliegen.

Hinsichtlich der unternehmensübergreifenden Interaktion von Supply Chain Akteuren in GVZs bietet MRP-II nicht die benötigte Flexibilität, da es sich vordergründig um ein statisches Planungssystem handelt, welches jedoch nicht auf dynamische Veränderungen von Prozessabläufen genügend flexibel reagieren kann. Damit ist MRP-II nur bedingt geeignet für die Entscheidungsunterstützung in dynamischen Systemen und ist daher im Hinblick auf die Problemstellung nicht zu favorisieren.

2.13.2.3 *System Dynamics*

System Dynamics-Modelle bieten durchaus die Möglichkeit, dynamische Prozesse in Systemen zu betrachten und zu modellieren. Damit ist die SD-Methodik ein guter Ansatz, um Entscheidungsprozesse in sich verändernden dynamischen Systemen zu unterstützen. Die einzelnen Systemvariablen in einem SD-Modell stehen in einem kausalen Zusammenhang zueinander und es lassen sich Bestandsgrößen und

Flussgrößen simulieren und sog. Schalter einbauen, welche auf wenn-dann-Beziehungen basieren. Eine weitere tiefgreifendere Intelligenz lässt sich jedoch nicht den einzelnen Modellparametern zuordnen. Somit eignet sich die SD-Methodik durchaus für die unternehmensübergreifende Systembetrachtung im Hinblick auf Kapazitätsprobleme und ist deshalb eine interessante Alternative zur agentenbasierten Modellierung. Allerdings bietet die SD-Methodik nicht die Flexibilität und Intelligenz eines agentenbasierten Modells. Bei einem agentenbasierten Modell können die einzelnen Softwareagenten mit einer Fülle an Informationen und Intelligenz hinterlegt werden und ganz unterschiedliche Aufgaben und Anforderungen erfüllen und durch die Kommunikation und Interaktion untereinander Entscheidungsprozesse empfehlen. Das agentenbasierte Modell bietet daher die höchste Flexibilität für die Modellierung von Entscheidungsprozessen in unternehmensübergreifenden dynamischen Systemen.

2.13.2.4 Entscheidungsfindung zur angewandten Methodik

Basierend auf den durchgeführten Untersuchungen der verschiedenen Methoden/Verfahren konnte abschließend festgestellt werden, dass die agentenbasierte Modellierung die hier geeignetste Methode darstellt. Durch eine geeignete Kombination der vorgestellten Verfahren ließe sich das Projekt durchaus umsetzen. Die beabsichtigten innovativen Potenziale der Sicherheitslösung wären jedoch nur rudimentär zu erreichen. Insofern setzte das Projektkonsortium mit der Multiagententechnologie schon zu Beginn des Forschungsprojektes auf die richtige Methode.

Literaturverzeichnis

Akkermans, H./Dellaert, N. (2005): The rediscovery of industrial dynamics: the contribution of system dynamics to supply chain management in a dynamic and fragmented world. *System Dynamics Review* , 21 (3), S. 173-186.

Alferes, J. J. (2004): Logics in artificial intelligence, Proceedings 9th European conference, Lisbon.

Becker, M./Singh, G./Wenning, B.-L./Görg, C. (2007): On Mobile Agents for Autonomous Logistics, in: *International Journal of Services Operations and Informatics*, pp. 114-130.

Bednarz, S./Schmidt, E. (2008): Arbeitsprozessorientierung und gendergerechte IT-Ausbildung: Handreichungen-Umsetzungsempfehlungen-Beispiele aus der Praxis. Bielefeld 2008, S. 30.

Braun, I./König, S./Schnieder, E.: Agentensysteme für die Logistik im Schienenverkehr, *Automatisierungstechnik* 52, (2004) 7, S. 328-334.

Brenner, W./Zarnekow, R./Wittig, H. (1998): *Intelligente Softwareagenten*: Springer.

Bundesamt für Güterverkehr (2009): *Zivile Notfallvorsorge im Straßenverkehr*, Köln.

Coyle, G. (1998): The practice of system dynamics: milestones, lessons and ideas from 30 years experience. *System Dynamics Review* , 14 (4), S. 343-365.

Cruz, J. B. (1972): *Feedback systems*. McGraw-Hill: New York.

Eisenmenger, S./Stober, R. (2005): Katastrophenverwaltungsrecht – Zur Renaissance eines vernachlässigten Rechtsgebietes. Enthalten in: *Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht NVwZ*, Heft 2, S. 121-130.

Forrester, J. W. (1969): *Industrial dynamics* . Massachusetts: Burton J. Jones.

Forrester, J. W. (1971): *World Dynamics*. Cambridge, Massachusetts: Wright-Allen Press.

Forrester, J. W. (2003): Dynamic models of economic systems and industrial organizations. *System Dynamics Review* , 19 (4), S. 331-345.

- Freund, G. (2002): Growing Artificial Societies, Sugarscape, Modellierung und Simulation Sozialer Dynamiken: Universität Bayreuth.
- Grütter, R. (2006): Software Agenten im Semantic-Web. In: Meckel, M., Schmid, B. F. (Hrsg.): Kommunikationsmanagement im Wandel. Beiträge aus 10 Jahren mcm Institute. Wiesbaden 2008, S. 431-450.
- Gui, S./Zhu, Q./Lu, L. (2005): Area Logistics System Based on System Dynamics Model. Tsinghua Science and Technology , 10 (2), S. 265-269.
- Gusy, C. (2009): Polizei- und Ordnungsrecht, 7. Auflage, Tübingen.
- Hansmann, H./Neumann, S. (2005): Prozessorientierte Einführung von ERP-Systemen. In: Becker, J./Kugeler, M./Rosemann, M. (Hrsg.): Prozessmanagement – Ein Leitfaden zur prozessorientierten Prozessgestaltung. Berlin heidelberg 2005, S. 329-348.
- Herzog, O./Kirn, S./Krallmann, H./Spaniol, O./Zelewski (1999): Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien.
- Hompel, T. et a. (2004): Echtzeitfähigkeit als Voraussetzung für Logistics on Demand, in: Wissenschaftssymposium Logistik der BVL.
- Ickerott, I. (2007): Agentenbasierte Simulation für das Supply Chain Management, Lohmar: Eul.
- ISO 28000:2005: Specification for security management systems for the supply chain.
- Jackson, M. C. (2000): Systems approaches to Management. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.
- Jarass, H. D./Pieroth, B. (2011): Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland : Kommentar (GG), 11. Auflage.
- Jodlbauer, H. (2008): Produktionsoptimierung. Wertschaffende sowie kundenorientierte Planung und Steuerung, Wien, Springer, S. 113-114.
- Krempels, K.-H. et al. (2003): Entwicklung intelligenter Multi-Multiagentensysteme – Werkzeugunterstützung, Lösungen und offene Fragen.

- Kurbel, K. (2005): Produktionsplanung und -steuerung im Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management, München, Oldenbourg, S. 139, 281.
- Loibl, W. (2003): STAU-Wien: Suburbanisierung des Wiener Umlandes – agentenbasierte Simulation von Stadtumland-Entwicklung, SAGUF Workshop Zürich.
- Luhmann, N. (1975): Soziologische Aufklärung 2. Aufsätze zur Theorie der Gesellschaft. Opladen: Westdt. Verlag.
- Majer, D. (1991): Neuregelung im Zivil- und Katastrophenschutzrecht eine verfassungsrechtliche Bestandaufnahme in: NVwZ, S. 653.
- Malsch, Th. (1997): Die Provokation der „Artificial Societies“, in: Zeitschrift für Soziologie, Jg. 26 (1997), Heft 1. 3-21.
- Milling, P. (1984): System dynamics: Konzeption und Anwendung einer Systemtheorie. Osnabrück: Universität Osnabrück, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften.
- Milling, P. M. (1990): Produktqualität als Wettbewerbsfaktor in einer dynamischen Unternehmensumwelt. In H. Czap, Unternehmensstrategien im sozio-ökonomischen Wandel (S. 37-56). Berlin: Duncker & Humblot GmbH.
- Mosler, H.-J. (2002): Multi agent simulations of social psychological theories, Method, results, and application, in: Urban, C. (Ed.): 3rd Workshop on Agent-Based Simulation, Erlangen: SCS - European Publishing House, 2002, pp. 24-31.
- Nobel, T. (2004): Entwicklung der Güterverkehrszentren in Deutschland : eine am methodischen Instrument Benchmarking orientierte Untersuchung: Univ., Diss..
- O.V. (2010): Wir nehmen niemandem das Fahrzeug weg, in: trans aktuell, Ausgabe vom 10. September, S. 3.
- Pfohl, C. (2006): Wissenschaft und Praxis im Dialog: Steuerung von Logistiksystemen – auf dem Weg zur Selbststeuerung, 3. Wissenschaftssymposium Logistik in Dortmund, Hamburg: Dt. Verkehrs-Verl..
- Randers, J. (1980): Elements of the system dynamics method. MIT Press: Cambridge, Massachusetts.

- Reinheimer, S./Zimmermann, R. (2002): Einführung eines agentenbasierten Supply-Chain-Event-Management-Systems. HMD, Heft 227, Oktober 2002.
- Richmond, B. (1997): The "Thinking" in Systems Thinking: How Can We Make It Easier to Master? *Systems Thinker* , 8 (2), S. 1-5.
- Sattler, H. (2008): Gefahrenabwehr im Katastrophenfall, Berlin: Duncker & Humblot.
- Scheer, A.W. (2002): ARIS – vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem, Berlin Heidelberg 2002, S. 36.
- Schmidt, B. (2000): Die Modellierung menschlichen Verhaltens, Erlangen [u.a.]: SCS –European Publishing House.
- Schwaninger, M./Ríos, J. P. (2008): System dynamics and cybernetics: a synergetic pair. *System Dynamics Review* , 24 (2), S. 145-174.
- Sprengler, T./Schröter, M. (2003): Strategic Management of Spare Parts in Closed-Loop Supply Chains: A System Dynamics Approach. *Interfaces* , 33 (6), S. 7-17.
- Stabenau, H. (2008): Zukunft braucht Herkunft! - Entwicklungslinien und Zukunftsperspektiven der Logistik. In H. Baumgarten, *Das Beste der Logistik* (S. 23-30). Berlin Heidelberg: Springer.
- Sterman, J. D. (1994): Learning in and about complex systems. *System Dynamics Review* , 10 (2-3), S. 291-330.
- Unger, T. (2010): *Katastrophenabwehrrecht: Studien zum Verwaltungsrecht*, Hamburg.
- Urban, C. (2005): *Das Referenzmodell PECS : agentenbasierte Modellierung menschlichen Handelns, Entscheidens und Verhaltens: Passau, Univ., Diss..*
- Wagner, T. (2003): *An Agent-Oriented Approach to Industrial Automation Systems*, Berlin [u.a.]: Springer.
- Walus, A. (2010): *Europäischer Katastrophenschutz – Möglichkeiten und Grenzen im Lichte des Vertrags von Lissabon*. Enthalten in: *Europarecht (EuR)*, S. 564-573.
- Wolstenholme, E. F. (1990): *System Enquiry: a System Dynamics Approach*. Chichester: John Wiley & Sons.

Zimmermann, R. (2006): Agent-based Supply Chain Event Management – Concepts and Assessment, Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences.

Internetquellenverzeichnis

Emergency Response Intervention Cards (09.04.2013): www.ericards.net

http://cordis.europa.eu/home_de.html, Zugriff am 12.02.2009.

<http://fzk.rewi.hu-berlin.de/doc/sammelband/Bibliographie.pdf>

<http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=templates&fn=default.htm&vid=gestisdeu:sdbdeu>

<http://jade.tilab.com/>, Zugriff am 12.10.2013

<http://news.feed-reader.net/46136-bka.html>: News des Bundeskriminalamtes vom 31.01.2009, Zugriff am 01.02.2009.

http://www.bbk.bund.de/DE/Service/Fachinformationsstelle/RechtundVorschriften/VorschriftenundRichtlinien/VolltextFwDv/FwDV-volltext_einstieg.html

<http://www.competence-site.de/pps-systeme/2-Von-MRP-zu-SCM>

<http://www.counteract.eu>, Zugriff am 01.02.2009.

http://www.eba.bund.de/cln_031/nn_316888/SharedDocs/Publikationen/EUB/DE/Untersuchungsberichte/aelter/001__Bad__Muender,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/001__Bad__Muender.pdf

http://www.ebz-beratungszentrum.de/pps_seiten/sonstiges/mrperp.html

http://www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de/cln_030/sid_A4E7998D795FCAC407EE27CBD15A7BA5/EUB/DE/Home/homepage__node.html?__nnn=true

<http://www.feuerwehr-bremen.org/aufgabengebiete/gefahrgutumweltschutz/>

<http://www.intelligente-logistik.org/projekte/amatrak.html>, Zugriff am 13.10.2013.

<http://www.iso28000.de/i.html>, Zugriff am 10.02.2009.

<http://www.system-dynamics.org>

<http://www.tis-gdv.de/tis/tagungen/workshop/inhalt11.htm>, Zugriff am 10.02.2009.

www.schreinert.com/files/2007/06/schreinert02isa1.pdf