

Karin Lütkemeyer

Identifikation aktueller Entwicklungen
von Assistenzsystemen
für die Überwachung und Steuerung
von Logistiknetzwerken

Projektarbeit

Studiengang	Maschinenbau
Matrikelnummer	151068
Thema ausgegeben am	20.11.2017
Arbeit eingereicht am	15. Mai 2018
Prüfer	Prof. Dr.-Ing. Markus Rabe
Betreuer	Dipl.- Inf. Dominik Schmitt

Abstract

Logistiknetzwerke sind komplexe Systeme, die einen hohen Steuerungs- und Planungsaufwand für die Anwender verursachen. Um die Komplexität dieser Systeme übersichtlicher zu gestalten, wurden schon etliche Planungssysteme entwickelt. Logistische Assistenzsysteme sollen dem Anwender bei Entscheidungen, vor allem in den Bereichen des Bestandsmanagements, der Transportlogistik oder der Netzwerkplanung, unterstützen. Da noch kein einheitliches Assistenzsystem entwickelt wurde, werden in dieser Arbeit mehrere solcher Systeme vorgestellt und durch selbstaufgestellte Kriterien klassifiziert.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	I
Tabellenverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Formelverzeichnis	V
1 Einleitung.....	1
2 Grundlagen der Logistik	2
2.1 Logistiknetzwerk	2
2.2 Simulation.....	2
2.3 Supply Chain Management	4
2.4 Data Warehouse.....	5
2.5 Digitale Fabrik.....	5
3 Logistische Assistenzsysteme	7
3.1 Merkmale und Eigenschaften von logistischen Assistenzsystemen.....	7
3.2 Einsatzgebiete	8
3.3 Beispiele für logistische Assistenzsysteme	9
4 Klassifikation von logistischen Assistenzsystemen.....	15
4.1 Identifizierung der Kriterien	15
4.2 Klassifizierung anhand der Systemgrenzen.....	16
4.3 Klassifikation anhand der Logistikbereiche	18
4.4 Klassifikation anhand der Kernaufgaben	20
5 Zusammenfassung und Ausblick	23
Literaturverzeichnis.....	25
Anhang	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiele für logistische Assistenzsysteme anhand der verwendeten Ansätze	13
Tabelle 2: Übersicht der eingeordneten Ansätze der Klassifikationsgruppe Systemgrenzen ..	18
Tabelle 3: Übersicht der eingeordneten Ansätze der Klassifikationsgruppe Logistikbereiche	20
Tabelle 4: Übersicht der eingeordneten Ansätze der Klassifikationsgruppe Kernaufgaben....	22
Tabelle 5: Übersicht der logistischen Assistenzsysteme sortiert nach Systemgrenzen.....	28
Tabelle 6: Übersicht der logistischen Assistenzsysteme sortiert nach Logistikbereichen	29
Tabelle 7: Übersicht der logistischen Assistenzsysteme sortiert nach Kernaufgaben	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Unterstützungsfunktion von AssistSim im Projektablauf [BSW10, S.495] 10

Formelverzeichnis

1 Einleitung

Die logistischen Netzwerke werden kontinuierlich unübersichtlicher und komplexer, sodass Anwender der Planungs- und Überwachungssysteme meist an die Grenzen ihrer Möglichkeiten stoßen. Sowohl die stetige Digitalisierung der Wirtschaft, als auch die wachsende Anzahl an Lieferanten, Kunden und Herstellern vergrößern dieses Netzwerk zunehmend (vgl. [DrRa14, S.247]).

Um einen Einstieg in das Thema zu schaffen, werden zunächst die verwendeten logistischen Grundlagen definiert und in einen Kontext zu logistischen Assistenzsystemen gebracht. Die Basis für die Anwendung von logistischen Assistenzsystemen bilden logistische Netzwerke, deren Informationen und zugrundeliegenden Beziehungen zur Entscheidungsunterstützung in unterschiedlichen Bereichen genutzt werden. Als Methoden der logistischen Assistenzsysteme dienen unter anderem Simulationen, das Supply Chain Management, digitale Fabriken und die Nutzung von Data-Warehouse-Systemen, auf die im Folgenden weiter eingegangen wird. Anschließend werden Assistenzsysteme im Allgemeinen betrachtet und deren Merkmale und Eigenschaften identifiziert. Um eine Klassifikation der Entscheidungsunterstützungssysteme zu ermöglichen, werden dazu mehrere Assistenzsysteme vorgestellt und innerhalb identifizierter Ansätze gruppiert. Infolgedessen werden die einzelnen Klassifikationskriterien vorgestellt und die betrachteten Systeme eingeordnet.

Assistenzsysteme sollen dem Anwender eine Hilfestellung geben, sich in dieser komplexen Situation zurecht zu finden. Da sich die Umsetzung dieser entscheidungsunterstützenden Systeme sowohl bei den Anwendungsgebieten, als auch bei den Anforderungen unterscheiden, soll die vorliegende Arbeit einen Ausblick geben auf die verschiedenen Möglichkeiten zur Nutzung eines Assistenzsystems. Das Ziel dieser Projektarbeit ist es, dem Planer und Steuerer mithilfe der Eingliederung die Auswahl eines Assistenzsystems anhand seiner vorliegenden Anforderungen zu ermöglichen.

2 Grundlagen der Logistik

Zur Analyse und Klassifizierung von logistischen Assistenzsystemen werden zunächst die benötigten Grundbegriffe definiert. Dazu wird Anfangs auf das Konzept der Logistiknetzwerke eingegangen (2.1). Durch die Bereitstellung der im Netzwerk zugrundeliegenden Informationen und Relationen bilden Logistiknetzwerke die Grundlage der Entscheidungsunterstützung. Anschließend werden die Begrifflichkeiten der „Simulation“ (2.2), des „Supply Chain Managements“ (2.3), des „Data-Warehouse-Systems“ (2.4) und der „Digitalen Fabrik“ (2.5) eingeführt, die als Hilfsmittel für logistische Assistenzsysteme fungieren und im späteren Verlauf die Ansätze zur Klassifikation bilden (vgl. Abschnitt 3.3).

2.1 Logistiknetzwerk

Der Begriff des ‚logistischen Netzwerks‘ bezeichnet die Allgemeinheit der logistischen Prozesse, die miteinander in Verbindung stehen und die Einflüsse auf diese Prozesse (vgl. [Rih08, S.55]). Das Logistiknetzwerk wird von „den Logistiksystemen der Speditionen, Verkehrsbetriebe, Eisenbahnen, Luftfahrtgesellschaften, Schifffahrtlinien und anderer Unternehmen aufgespannt“ [Gud10, S.549] und verbindet somit Standorte durch den Güter-, Informations- und Finanzfluss miteinander (vgl. [Suc08, S.934]).

Dementsprechend wird das Logistiknetzwerk von Waren-, Güter- und Personenströme durchlaufen, die durch Informations- und Datenströme ausgelöst, gesteuert und kontrolliert werden (vgl. [Gud10, S.550]). Gerade deswegen stellen Logistiknetzwerke, durch ihre Komplexität, eine Herausforderung für die Anwender dar (vgl. [RaDr16, S.1]). Durch die Betrachtung beliebig großer ‚Subsysteme‘ im logistischen Netzwerk, wird versucht diese Komplexität zu reduzieren, indem die Auflösung des betrachteten Systems erhöht wird (vgl. [VDI13, S.19]).

2.2 Simulation

Unter ‚Simulation‘ versteht man das Durchführen von Experimenten, beziehungsweise sogenannter Simulationsläufe, an einem nachgebildeten System (vgl. [Ele12, S.4]). Die dadurch ermittelten Kenngrößen werden zur Interpretation der Ergebnisse genutzt und auf das reale System übertragen (vgl. [Ele12, S.4]).

Simulationsmodelle können laut Law wie folgt klassifiziert werden (vgl. [Law15, S.5f.]):

- *Experimente am realen System oder Experimente am nachgebildeten System*
 Experimente am realen System: Versuche am realen System haben direkten Einfluss auf die Geschäftsprozesse (z.B.: Reduzierung von Personal)
 Experimente am nachgebildeten System: Versuche an Modellen haben keinerlei Effekte auf das reale System (z.B.: Kommunikationsnetzwerke)
- *Physikalische oder mathematische Modelle*
 Physikalisch Modelle: Zur Durchführung von Experimenten wird eine reale Kopie des Systems erstellt (z. B.: Cockpitnachbildung für Flugsimulationen)
 Mathematische Modelle: Nachbildung des Systems, indem alle Elemente und Beziehungen logisch abgebildet werden. (z.B.: Formel gleichförmige Bewegung)
- *Statische oder dynamische Modelle*
 Statisch: Das System wird nur zu einem Zeitpunkt betrachtet oder die Zeit spielt keine Rolle (z. B.: Monte-Carlo-Simulation).
 Dynamisch: Das Modell repräsentiert das zeitliche Verhalten des Systems (z. B.: Simulation einer Fertigungsanlage).
- *Deterministische oder stochastische Simulation*
 Deterministisch: Das System enthält keine zufallsabhängigen Komponenten (z. B.: chemische Reaktion).
 Stochastisch: Systemverhalten wird durch zufällige Ereignisse beeinflusst (z. B.: Warteschlangensysteme)
- *Kontinuierliche oder diskrete Simulation*
 Kontinuierlich: Systemzustände ändern sich kontinuierlich (z. B.: Differentialgleichungssysteme)
 Diskret: Systemzustände ändern sich an diskreten Zeitpunkten (z. B.: Lagerhaltungssystem)

Im Laufe dieser Arbeit wird der Begriff der „ereignisorientierten Simulation“ (im Englischen „*discrete event simulation*“, DES) angeführt, da logistische Assistenzsysteme, die mit einer Simulation arbeiten, häufig diese Simulationsmethode verwenden.

Die VDI-Richtlinie 3633 definiert eine ereignisorientierte Simulation als „diskrete Simulation, bei der der Eintrittspunkt der Ereignisse durch die Ereignisse selbst festgelegt wird“ [VDI13, S.7]. So ein Ereignis kann auch eine Zustandsänderung bewirken, die aber keine Zeit verbraucht (vgl. [VDI13, S.7]). Laut Rose und März werden in DES Modelle benutzt, die das Systemverhalten nachbilden, in dem Zustandsänderungen beim Eintritt von Ereignissen beschrieben werden (vgl. [RoMä11, S.14]). Gegensätzlich dazu arbeiten kontinuierliche Simulationssysteme mit zeitlich kontinuierlich ändernden Zustandsvariablen (vgl. [Law15, S.3]).

Im Zuge dieser Definitionen wird auch der Begriff des „OTD-Net“ in der vorliegenden Arbeit behandelt. Das Simulationswerkzeug „OTD-Net“ ist ein ereignisdiskretes Simulationsinstrument für simulationsbasierte Analysen von Lieferketten (vgl. [LBM13, S.441]). „Es ermöglicht die detaillierte Abbildung und Analyse komplexer Produktionsnetzwerke mit sämtlichen Randbedingungen sowie Planungs-, Ausführungs- und Materialflussprozessen basierend auf einem leicht erweiterbaren objektorientierten Klassenmodell und objektorientierten relationalen Datenbanken.“ [LBM13, S.441].

2.3 Supply Chain Management

Der Begriff ‚Supply Chain Management‘ ist ein Synonym für die Wertschöpfungs- und Lieferkette (vgl. [HZS11, S.6]) und umfasst alle Flüsse, die an der Entwicklung, Produktion und Lieferung eines Erzeugnisses beteiligt sind (vgl. [Bec12, S.7]). Durch das ‚Supply Chain Management‘ „entsteht ein kooperatives Partnergeflecht, das sich über mehrere Ebenen ausrollt“ [Wer13, S.5] und es ergibt sich ein „Lieferanten-Hersteller-Kunden-Verbund“ [Wer13, S.5].

Das ‚Supply Chain Management‘ stellt einen unternehmensübergreifenden Ansatz der Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle des Warenflusses dar, mit dem Ziel ein gemeinschaftliches Optimum zu finden (vgl. [HZS11, S.10]). Das Ziel eines solchen Systems ist außerdem die Unternehmenseffektivität und -effizienz unternehmensübergreifend zu optimieren und des Weiteren eine Harmonisierung der Wettbewerbsfaktoren wie zum Beispiel Kosten, Zeit, Qualität oder Flexibilität (vgl. [Wer13, S.30]).

2.4 Data Warehouse

Der Begriff ‚Data Warehouse‘ beschreibt ein System, das Daten aus verschiedenen Datenquellen integriert und diese aufbereiteten Daten dem Anwender für Analysezwecke zu Verfügung stellt (vgl. [Nav08, S.13]). Da der Anwender die, aus der Datenbeschaffung, -integration und -analyse resultierenden, Informationen zu seinem Entscheidungsprozess hinzuziehen kann ([vgl. [Nav08, S. 14]), lässt sich ein Data-Warehouse-System auch als Entscheidungsunterstützungssystem definieren.

Die Aufgaben eines Data-Warehouse-Systems liegen laut Navrade in einer unternehmensweiten Informationsbereitstellung, flexiblen und komplexen Datenanalysen und der Unterstützung der Planungsprozesse (vgl. [Nav08], S.27). Die Daten für diese Informationsbereitstellung müssen laut Thomas folgende Merkmale erfüllen (vgl. [Tho08, S.843]):

- *Themenorientiertheit:*
Daten werden unter diesen thematischen Funktionen abgelegt, wie z.B. unter Unternehmens-, Produkt-, Regional- oder Kundenstruktur.
- *Integration:*
Um Datenredundanzen und semantische Inkonsistenzen zu vermeiden, wird eine unternehmensweite Integration der Daten in ein einheitliches System angestrebt.
- *Zeitbezug/ Dauerhaftigkeit:*
Zeit sollte eine bewertbare Bezugsgröße darstellen, um die Unternehmensentwicklung über einen bestimmten Zeitraum zu dokumentieren und mögliche Trendanalysen über historische Daten zu ermöglichen.

Ein weiteres Element eines Data-Warehouse-Systems ist die Referenzarchitektur, in der bestimmte Anwendungsfälle modelliert werden können (vgl. [Bec12, S.342]), um die Effizienz und Qualität von Modellen zu steigern und sie somit zu verallgemeinern (vgl. [Bec12, S.343]).

2.5 Digitale Fabrik

Der Begriff der ‚Digitale Fabrik‘ bezeichnet ein Netzwerk von Methoden, Werkzeugen sowie digitalen Modellen, das über ein umfassendes Datenmanagement zusammengefasst wird. Dadurch können innerhalb der realen Fabrik Planung, Evaluierung und Optimierungen aller Prozess und Ressourcen verknüpft werden (vgl. [VDI08, S.3]).

Das Augenmerk der ‚Digitalen Fabrik‘ liegt auf den Bereichen der Produktionsplanung und der Gestaltung der Fabrik (vgl. [BGW11, S.12]), in denen eine kontinuierliche Bearbeitung möglich ist (vgl. [KuWe08, S.92]). Verbesserung der Produktqualität, eine Senkung der Produktionskosten oder sogar die zukunftsorientierte Verbesserung der Produktionsstätte sind nur wenige Vorteile einer durchgängigen digitalen Planung (vgl. [BGW11, S.52]).

3 Logistische Assistenzsysteme

In diesem Kapitel werden zunächst der Begriff der „Logistischen Assistenzsysteme“ definiert und die wesentlichen Eigenschaften beschrieben (3.1). Sowohl diese charakteristischen Merkmale als auch die im Weiteren beschriebenen Einsatzgebiete (3.2) werden im späteren Verlauf (vgl. Kapitel 4) zur Klassifikation herangezogen. Aus diesem Grund wird das Kapitel mit der Vorstellung verschiedener logistischer Assistenzsystemen (3.3) abgeschlossen, um eine entsprechende Einordnung zu ermöglichen. Zur Vereinfachung der späteren Klassifikation wird zusätzlich zwischen den verwendeten Methoden, die zum Teil schon im vorigen Kapitel definiert wurden (Kapitel 2), unterschieden.

3.1 Merkmale und Eigenschaften von logistischen Assistenzsystemen

Unter einem ‚logistischen Assistenzsystem‘, oder auch ‚Decision Support System‘ im Englischen, versteht man „[...] rechnerbasierte Systeme, die den Menschen bei der Entscheidungsfindung und -durchführung unterstützen.“ [BCK09, S.242]. Außerdem sollen diese Systeme der „Unterstützung von Planungs- und Kontrollaufgaben dienen“ [AAB16, S. 243] und somit „flexibel adaptierbar auf die einzelnen Fragen der Planungsphasen reagieren“ [SIW17, S. 34] können. In anderer Literatur werden die Assistenzsysteme auch unter dem Begriff ‚Entscheidungsunterstützungssysteme‘ (EUS) geführt (vgl. [AAB16, S.243]). Laut Rabe und Dross sollen logistische Assistenzsysteme dem Planer beim Identifizieren von kritischen Situationen assistieren und objektiv die Konsequenzen der möglichen Entscheidungen bewerten (vgl. [RaDr15, S.2]). Das Hauptziel eines Assistenzsystems in der Logistik ist dementsprechend die Entscheidungsunterstützung, indem es aufzeigt, welche Lösungsalternativen für die angegebene Problematik angemessen und sinnvoll sind (vgl. [PHC15, S.14]).

Da die Planer oft mit komplexen und dynamischen Problemstellungen konfrontiert werden, sollte ein umfangreicher Informationspool zur Verfügung gestellt werden, der alle Teilnehmer des ‚Supply Chain Management‘ umfassten sollte, um die nötige Transparenz zu schaffen (vgl. [HeMo14, S.164]). Dieser Informationspool kann sowohl aus aktuellen Daten, als auch aus Daten von intelligenten Prognose-Konzepten (vgl. [DWT08, S.43]) bestehen.

Ein Assistenzsystem konzentriert sich, im Hinblick auf die Entscheidungsunterstützung, auf die Verarbeitung, Analyse, Aufbereitung und Visualisierung wichtiger Informationen, um den Prozess der Wissensanhäufung zu unterstützen und dadurch den organisatorischen Überblick zu verbessern (vgl. [PHC15, S.14], [BCK09, S.244]). Demnach ist die Entscheidungsunterstützung gekennzeichnet „durch die Merkmale Identifikation der Lösungsmenge, Auswahl und Bewertung von Alternativen sowie autonomes Agieren“ [BCK09, S. 242].

Laut Blutner, Cramer und Krause kann man zwischen verschiedenen Assistenzarten unterscheiden (vgl. [BCK09, S. 244]):

1. Erzeugen und Aufbereiten (inkl. Filtern) von Informationen,
2. Erzeugen von Alternativen (Transformation von Daten in Entscheidungsalternativen.),
3. Bewerten von Alternativen (Bewertungskriterien durch den Menschen festgelegt),
4. Auswählen von Alternativen (Entscheidung),
5. Überwachen der Entscheidungsausführung (Einhaltung Zielkriterien),
6. Kontrollieren der Entscheidungsausführung

Ein Entscheidungsunterstützungssystem kann mehrere dieser Funktionsarten in sich vereinen (vgl. [STW12, S.25]), denn viele Systeme können sowohl alle relevanten Daten bereithalten, als auch in kritischen Situationen konkrete Entscheidungshilfen anbieten.

3.2 Einsatzgebiete

Logistische Assistenzsysteme können in vielen verschiedenen Bereichen der Logistik eingesetzt werden. Blutner, Cramer und Krause haben diese in drei Einsatzgebiete unterteilt (vgl. [BCK09, S. 245]):

- *Gestaltung:*
In diesen Bereich fallen sowohl die Aufgaben der Standortplanung als auch die der Gestaltung von Transportnetzwerken, aber auch die Konzeption der Lager- und Produktionsstandorte (vgl. [HeKu02, S. 142f.]).
- *Taktische Planung:*
Hierzu gehört zum Beispiel die Planung des Absatzes, der Produktion, der Beschaffung und auch der Transporte.

- *Operative Steuerung:*
Dieser Teil betrachtet die Auftragsabwicklung, die Transportüberwachung und auch das Behältermanagement.

3.3 Beispiele für logistische Assistenzsysteme

In der Logistik existieren viele verschiedene Arten und Umsetzungen von logistischen Assistenzsystemen, die unterschiedliche Aufgaben und Einsatzgebiete abdecken.

Das Unterstützungssystem ‚RESSTRAT‘ beispielsweise befasst sich mit einer ökologischen Bewertung, die „zur Bestimmung der lebenszyklusorientierten, nachhaltigen Nutzungsdauer von Anlagen und Komponenten“ [SWB15, S.182] dient. ‚RESSTRAT‘ teilt dabei die Bewertung in drei Bausteine. Ein Baustein erfasst und berechnet die Lebenszykluskosten, das heißt die Kosten der Anschaffung, der Nutzung und dann die der Entsorgung. In den anderen beiden Phasen werden die ökologischen Aspekte zur Entscheidungsunterstützung betrachtet (vgl. [SWB15, S.182]).

Im Gegensatz dazu liefert das Assistenzsystem ‚RESOPT‘ „die Methodik und das mathematische Modell, um die optimale Höhe der Bestände zu ermitteln“ [SWB15, S.182], um die Gesamtkosten minimal zu halten. Mitbetrachtet werden auch sämtliche Kosten, die während der Produktion anfallen, aber auch zum Beispiel Kosten, die durch Stillstand oder durch Ersatzteile verursacht werden. Neben diesen ökonomischen Aspekten werden ebenfalls ökologische Zusammenhänge geprüft, wie etwa CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Ersatzteilen (vgl. [SWB15, S.183f.]), um dem Anwender „auch die ökologischen Auswirkungen der getroffenen Entscheidungen“ [SWB15, S.184] aufzuzeigen.

Logistische Assistenzsysteme können aber auch mehrere Werkzeuge verwenden, wie zum Beispiel das ‚Chem-Log.Net‘-System, das mathematische Berechnungen und Simulationen verwendet, um dem Anwender einen Überblick über den Gesamtbestand zu ermöglichen. Das integrierte mathematische Modell wertet „die zu bevorratenden Ersatzteilbestände für jeden Netzwerkteilnehmer aus und stellt die gewünschte Teileverfügbarkeit sicher“ [SWB15, S.184], wobei diese Berechnungen mittels einer Simulation, unter Berücksichtigung aktueller und zukünftiger Daten“ [SWB15, S.187], verifiziert werden. Dadurch können Ausfallfolgekosten, Risiken einer Nichtverfügbarkeit oder die Erfüllbarkeit der gewünschten Teileverfügbarkeit anhand des Bestandes berechnet werden (vgl. [SWB15, S.187]).

Das logistische Assistenzsystem ‚Beladen und Trimmen eines Flugzeugs‘ nutzt ebenfalls dieselbe Werkzeugkombination wie das ‚Chem-Log.Net‘- System. Das Unterstützungssystem zur virtuellen Beladung von Flugzeugen bedient sich mathematischer Berechnungen und Simulationen, um während der Verteilung der Fracht die Risiken, sowohl bei ruhendem, als auch zu jedem bewegten Zustand, zu prüfen und notfalls zu intervenieren (vgl. [BCK09, S.246]). Das System unterstützt den Piloten durch eine Analyse des Systems hinsichtlich mehrerer Beladungskriterien (unter anderem die Schwerpunktlage, Masse des Kraftstoffs, und anderer Verbrauchsmittel und die Masse der Passagiere) und interveniert, wenn die vom Menschen getroffenen Entscheidungen die Sicherheitskriterien nicht erfüllen. In Folge dessen bewertet das System „die Alternativen mittels vorgefertigter, fester Bewertungsgrößen hinsichtlich des Kriteriums Sicherheit“ [BCK09, S.249].

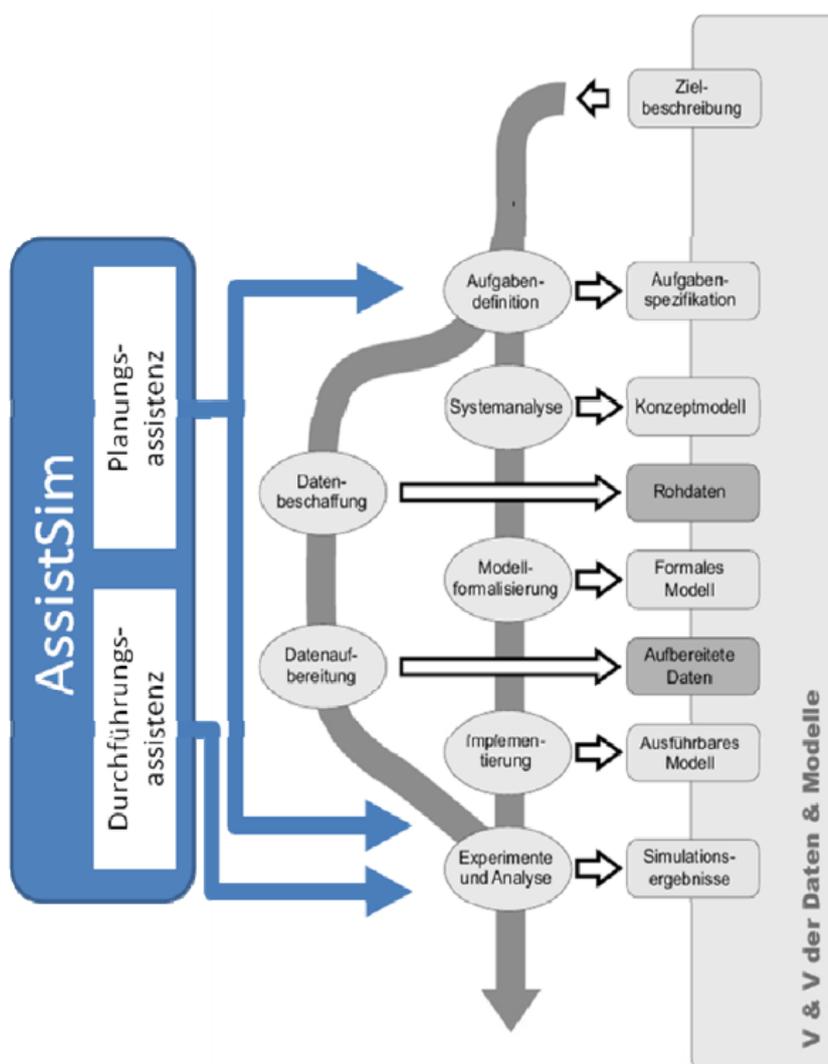


Abbildung 1: Unterstützungsfunktion von AssistSim im Projektablauf [BSW10, S.495]

Ein Beispiel für ein Entscheidungsunterstützungssystem, das mithilfe von Simulation arbeitet, ist das System ‚AssistSim‘, das den Anwender kontinuierlich bei Simulationsstudien unterstützt. Zum einen assistiert das System ‚AssistSim‘ in der Planungsphase, indem „die Untersuchungsziele konkretisiert werden und ein erster Experimentplan vorbereitet wird“ [BSW10, S.495], zum anderen bei der Durchführung der Experimente durch Ergänzung fehlender Daten (vgl. [BSW10, S.495]). Zur Veranschaulichung der Unterstützungsfunktion dient Abbildung 1.

Ähnlich wie ‚RESSTRAT‘ befasst sich auch das logistische Assistenzsystem ‚ECO₂LAS‘, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, mit ökologischen und ökonomischen Bewertungen. Mithilfe des Simulations-Tools ‚OTD-Net‘, eines integrierten Data-Warehouse-Moduls und einer Supply Chain Datenbasis (vgl. [LBM13, S.446f]) wird eine „Unterstützung aller Planungsaufgaben unter ökonomischen und ökologischen Zielsetzungen“ [LBM13, S.446] gewährleistet. Außerdem wird eine energetische und transparente Bewertung von intralogistischen Prozessen durch das Unterstützungssystem ‚ECO₂LAS‘ ermöglicht (vgl. [HeMo14, S.166]).

Auch in dem von Deiseroth, Weibels, Toth und Wagenitz entwickelten Assistenzsystem ‚Supply Chain Planungssystem‘ wird das Simulationswerkzeug OTD-Net verwendet. Dieses System soll eine Unterstützung in der operativen und taktischen Planung von globalen Lieferketten darstellen. Durch die Planungs- und Simulationskomponente werden Analysen von zukünftigen Systemzuständen und auch die Aufbereitung des Datenbestands mittels Supply Chain Management ermöglicht (vgl. [DWT08, S.44]).

Eine andere Möglichkeit, ein Entscheidungsunterstützungssystem zu realisieren, ist mit Hilfe eines Data-Warehouse-Systems. Im eigentlichen Sinne ist ein Data-Warehouse-System bereits ein Assistenzsystem, da das Hauptziel darin besteht, Entscheidungen zu unterstützen (vgl. [NAV08, S.14]), denn aus der Datenbeschaffung, -integration und -analyse resultieren die notwendigen Informationen zur Entscheidungsfindung. Auf dieser Grundlage haben Rabe und Dross ein Assistenzsystem entwickelt, das mithilfe eines ereignisorientierten Simulationsmodells innerhalb eines Data-Warehouse-Systems Konsequenzen von möglichen Änderungen im logistischen Netzwerk vorhersagen kann (vgl. [RaDr15, S.2021]). Dieses System benutzt außerdem die Kopie eines Data-Warehouse-Systems, ein sogenanntes „Shadowed Data-Warehouse“, um zu verhindern, dass die aus der Simulation generierten Daten nicht mit den realen Daten vermischt werden (vgl. [RaDr16, S.25]).

Das Assistenzsystem zur ‚Rohstoffbeschaffung‘, nach Blutner, Cramer und Krause (et.al.), arbeitet ebenfalls mit einem Data-Warehouse-System, indem es Informationen aus vielen unterschiedlichen Systemen sammelt, für die weitere Nutzung aufbereitet und speichert (vgl. [BCK09, S.263]). Dadurch wird ein kontinuierlicher Zugang auf die Daten der Beschaffungskette ermöglicht und die Anwender können in den Hauptaufgaben, wie zum Beispiel der Mengendisposition, Dokumentation oder mittels eines Frühwarnsystems, unterstützt werden (vgl. [BCK09, S.261f.]). Alternativ dazu verwendet das Schiffsführungs-Assistenzsystem ‚NARIDAS‘ (Abkürzung für „Navigational Risk Detection and Assessment System“) zwar ebenso ein Data-Warehouse System zum Sammeln von Daten, erzeugt aber aus diesen Informationen Kennzahlen, die die aktuelle Situation beschreiben (vgl. [BCK09, S.250ff.]) und unterstützt somit den Anwender bei Entscheidungen bei gefährlichen Umständen auf See. Auch die logistischen Rahmenbedingungen werden von ‚NARIDAS‘ bewältigt, indem beispielsweise eine Besatzungsreduktion oder das Einhalten der voraussichtlichen Ankunftszeit geprüft wird (vgl. [BCK09, S.205]).

In Verbindung mit der Simulation können auch Supply-Chain-Management-Systeme als Hilfsmittel für logistische Assistenzsysteme dienen. Das System ‚Prozessprogrammplanung‘ beispielsweise wendet das Simulationstool „DOSIMIS“ auf ein Supply-Chain-Management-System an, um ein Simulationsmodell zu erstellen, anhand dessen Prozessabläufe abgebildet werden (vgl. [BCK09, S.254ff.]). Das DOSIMIS-basierte Assistenzsystem führt Simulationsexperimente auf dem Modell aus und unterstützt den Planer bei der Auswertung dieser Experimente. Ein weiteres Beispiel eines Assistenzsystems, das mithilfe von Simulationen und Supply-Chain-Management-Systemen arbeitet, ist das System ‚Tourenplanung‘ nach Blutner, Cramer und Krause (et.al.). Dieses System unterstützt den Disponenten bei der Erzeugung und Bewertung von Tourenplänen, indem die Kosten und die Risiken anhand der Daten aus dem Supply-Chain-Management System und der Algorithmen der Simulation (vgl. [BCK09, S.258f.]) analysiert und bewertet werden.

Die letzten beiden logistischen Assistenzsysteme, die in diesem Abschnitt vorgestellt werden, agieren mittels einer „Digitalen Fabrik“ (vgl. Abschnitt 2.5). Das System, das Sender, Illgen und Wanner (et.al.) beschreiben, unterstützt den Anwender in den einzelnen Planungsphasen mittels ereignisdiskreter Simulation, die auf die Datenstruktur einer digitalen Fabrik zugreift (vgl. [SIW17, S.34]). Dadurch können Maßnahmen zur Optimierung der Ressourcenstruktur und zur Unterstützung der Produktionsplanung entwickelt werden.

Das Assistenzsystem ‚Plant@Hand3D‘, entwickelt vom Fraunhofer IGD, ist ein weiteres Beispiel für eine Unterstützung mittels „Digitaler Fabrik“. Dieses Entscheidungsunterstützungssystem erstellt ein digitales Abbild der kompletten Produktion, einschließlich der Produktionsabläufe und Standortdaten, in dem dann komplexe Arbeitsgänge visualisiert werden können, um dem Anwender alle nötigen Informationen verständlich zur Verfügung zu stellen und die Entscheidungsfindung zu unterstützen (vgl. [Aeh16, S.273]).

Tabelle 1 dient zur Veranschaulichung der verwendeten Methoden der vorgestellten logistischen Assistenzsysteme und soll, durch die Gruppierung der verschiedenen Ansätze, zum besseren Verständnis dienen.

<i>Simulation (Ansatz 1)</i>	<i>Data- Warehouse- System (Ansatz 2)</i>	<i>Supply Chain Management (Ansatz 3)</i>	<i>Mathematische Analyse (Ansatz 4)</i>	<i>Digitale Fabrik (Ansatz 5)</i>
ECO ₂ LAS [HeMo14] (OTD-Net)	[RaDr15]	Prozessprogramm -planung [BCK09]	RESSTRAT [SWB15] (Bausteine)	Plant@Hand3D [Aeh16]
SC Planungssystem [DWT08], (OTD- Net)	Rohstoff- beschaffung [BCK09]	Tourenplanung [BCK09]	RESOPT [SWB15] (math. Modell)	[SIW17]
Tourenplanung [BCK09]	NARIDAS [BCK09]	SC Planungssystem [DWT08]	Chem-Log.Net [SWB15] (math. Berechnungen)	
Prozessprogramm -planung (DOSIMIS) [BCK09]	ECO ₂ LAS [HeMo14]	ECO ₂ LAS [HeMo14]	Beladen und Trimmen eines Flugzeugs [BCK09] (math. Berechnungen)	
AssistSim [BSW10]				
[RaDr15]				
Chem-Log.Net [SWB15]				

Tabelle 1: Beispiele für logistische Assistenzsysteme anhand der verwendeten Ansätze

Im Folgenden werden die Gruppen der verwendeten Vorgehensweisen als Ansätze zur Klassifizierung identifiziert. ‚Ansatz 1‘ ist dementsprechend die Simulation, die mithilfe

verschiedenster Werkzeuge, wie zum Beispiel den Simulations-Tools ‚OTD-Net‘, ‚DOSIMIS‘ oder generell mit einer ereignisdiskreten oder kontinuierlichen Simulation, verwendet werden können.

Dieser Ansatz ist fest verknüpft mit den anderen Ansätzen, da die Daten für die Simulationsläufe aus anderen Quellen bezogen werden müssen, wie zum Beispiel aus einem Data-Warehouse-System oder Supply-Chain-Management. Auch können die Ergebnisse der Simulation mithilfe eines anderen Ansatzes bewertet und analysiert werden oder in einer digitalen Fabrik eingefügt werden. Daher befinden sich logistische Assistenzsysteme oftmals in mehreren Ansätzen, wie zum Beispiel das ‚Supply Chain Planungssystem‘. Dieses System tritt, durch die Planungs- und Simulationskomponente, sowohl im ersten Ansatz ‚Simulation‘, als auch im dritten ‚Supply Chain Management‘ auf und kann daher auch mehrere Klassifikationsgruppen erfüllen. Ein weiteres Beispiel für eine mehrfache Nennung eines Assistenzsystems in verschiedenen Ansätzen ist das System ‚Prozessprogrammplanung‘. Zum einen kann es in den ersten Ansatz ‚Simulation‘ eingeordnet werden, da das Simulationswerkzeug DOSIMIS verwendet wird und zum anderen passt es auch in den dritten Ansatz ‚Supply Chain Management‘ für die „detaillierten Bewertung von Szenarien für die Produktionsprogrammplanung einer Fertigungsstätte“ [BCK09, S.256].

‚Ansatz 2‘ beinhaltet die logistischen Assistenzsysteme, die mithilfe eines Data-Warehouse-Systems arbeiten und Daten aufbereiten und/oder zur Verfügung stellen. ‚Ansatz 3‘ beinhaltet Entscheidungsunterstützungssysteme, die Supply Chain Management Systeme nutzen. Analysierende logistische Assistenzsysteme, die mittels mathematischer Berechnungen, Modellen oder Bausteinen arbeiten, um den Anwender zu unterstützen, werden im ‚Ansatz 4‘ zusammengefasst. Abschließend wird ‚Ansatz 5‘ mittels der digitalen Fabrik definiert.

Die identifizierten Ansätze sollen die Klassifizierung vereinfachen und eine Auswahl anhand bestimmter Randbedingungen ermöglichen, indem die Ansätze in die, in Abschnitt 4.1 definierten, Kategorien zugeordnet werden.

4 Klassifikation von logistischen Assistenzsystemen

Die Einteilung der logistischen Assistenzsysteme nach bestimmten Kriterien soll dem Anwender helfen, ein geeignetes System anhand seiner vorliegenden Anforderungen auswählen zu können. Daher werden in dem vorliegenden Kapitel die Kriterien identifiziert und vorgestellt (4.1), um anschließend eine Klassifizierung der in Abschnitt 3.3 eingeführten Ansätze und die darin enthaltenen logistischen Assistenzsysteme anhand dieser Unterscheidungsmerkmale vorzunehmen (4.2-4.5).

4.1 Identifizierung der Kriterien

Um eine logische Eingliederung der in Abschnitt 3.3 vorgestellten Ansätze vorzunehmen, werden in dem vorliegenden Abschnitt Kriterien für eine Klassifikation erarbeitet, um eine spätere Auswahl eines logistischen Assistenzsystems zu vereinfachen.

Durch die vorangegangene Beschreibung der Entscheidungsunterstützungssysteme werden die *Systemgrenzen* als erstes Klassifizierungsmerkmal betrachtet. Systemgrenzen werden allgemein durch Kuhn und Wenzel wie folgt definiert: „Die Systemgrenzen (auch als „Quellen“ und „Senken“ bezeichnet) legen für ein System die Schnittstellen zur Umwelt und damit auch die Ein- und Ausgangsgrößen, die über diese Schnittstellen ausgetauscht werden, fest.“ [KuWe08, S.76]

In der nachfolgenden Klassifizierung wird diese Definition genutzt, um die identifizierten Ansätze der logistischen Assistenzsysteme in zwei Gruppen einzuteilen. Die erste betrachtete Gruppe umfasst Ansätze, die die Informationen des Logistiknetzwerkes nutzen, um über die Grenzen des Unternehmens hinweg zu agieren, das heißt ‚unternehmensübergreifend‘. Im Gegensatz dazu beinhaltet die zweite Gruppe die ‚intralogistischen‘ Systeme, die innerhalb der Betriebsgrenzen arbeiten und daher nur unternehmensinterne Daten nutzen.

Die zweite Kategorie zur Klassifikation bilden die *Logistikbereiche*, die von den logistischen Assistenzsystemen betrachtet werden. Zum einen können Entscheidungsunterstützungssysteme den Anwender im Bereich ‚Transport‘ assistieren, zum Beispiel bei der Verteilung der Ladung oder zur Planung von Lieferketten. Zum anderen kann der ‚Bestand‘ im Fokus der Unterstützung liegen, um etwa die optimale Bestandshöhe zu ermitteln. Auch die ‚Prozessplanung‘ ist ein weiterer Wirkungsbereich der logistischen Assistenzsysteme. Mithilfe der Analyse von Systemkomponenten kann beispielsweise die Optimierung der Produktion und der Abläufe unterstützt werden. Des Weiteren können logistische Assistenzsysteme auch in dem Bereich ‚Kosteneffizienz‘ agieren, indem unter anderem Produktionskosten oder Lebenszykluskosten analysiert werden. Die letzte Gruppe der betrachteten Bereiche bildet das ‚Personalmanagement‘.

Als abschließende Klassifizierungskategorie werden die *Kernaufgaben*, die den Assistenzsystemen zugrunde liegen, betrachtet. Bei vielen dieser Systemen verschwimmen die Leistungen ineinander und treten dementsprechend in mehreren Gruppen auf. Eine Gruppe in dem Kontext der Kernaufgabe bildet beispielsweise die ‚Datenaufbereitung und -versorgung‘, die sich hauptsächlich um die Bereitstellung von benötigten Informationen oder um die Datenanalyse kümmern. Diese Fähigkeiten können aber auch als Basis, beziehungsweise Nebenaufgabe, für andere Kernaufgaben angesehen werden.

Systeme mit der Kernaufgabe ‚Verbesserung der Produktion‘, die die zweite Gruppe bilden, unterstützen den Anwender in der Prozessplanung und assistieren bei Prozessabläufen. Eine weitere Gruppe formt die ‚Maßnahmenbewertung‘. Damit der Anwender eine optimale Entscheidung in einer gegebenen Situation treffen kann, bewerten bestimmte logistische Assistenzsysteme die Auswirkungen der möglichen Maßnahmen und erleichtern somit die Auswahl. Die letzte Gruppe der Kernaufgaben bildet die ‚Analyse des Systems‘. Zum einen können ökologische Aspekte bewertet und zum anderen Situationen, Strukturen oder Prozesse untersucht werden.

4.2 Klassifizierung anhand der Systemgrenzen

Die Kategorisierung der logistischen Assistenzsysteme mittels ‚Systemgrenzen‘ erfolgt über zwei Gruppen, die der unternehmensübergreifenden und die der intralogistischen Systeme.

Wie in Abschnitt 4.1 beschrieben, agieren Systeme, die als unternehmensübergreifend definiert sind, über die Unternehmensgrenzen hinweg und können somit Zugriff auf die Daten des Logistiknetzwerkes haben. Ein Beispiel dafür ist Ansatz 2, ‚Data-Warehouse-Systeme‘, da diese Systeme Daten aus verschiedenen Quellen sammeln und aufbereiten (vgl. Abschnitt 2.4). Diese Quellen können sich zwar auch innerhalb eines Unternehmens befinden, aber meist werden die Informationen aus dem Logistiknetzwerk bezogen. Ein Beispiel für ein unternehmensübergreifendes logistisches Assistenzsystem des zweiten Ansatzes ist das ‚NARIDAS‘-System, das durch das Sammeln der aktuellsten Daten die Sicherheit an Bord eines Schiffes unterstützt (vgl. Abschnitt 3.3). Diese Daten können sowohl von schiffsinternen Systemen, aber auch aus anderen Quellen stammen.

Ähnlich verhält es sich mit Ansatz 3 ‚Supply Chain Management‘. Logistische Assistenzsysteme, die mithilfe dieses Ansatzes arbeiten, umfassen Flüsse entlang der Wertschöpfungs- und Lieferkette (vgl. Abschnitt 2.3) und beziehen somit auch Informationen außerhalb der Unternehmensgrenzen mit ein. Die Systeme ‚Prozessprogrammplanung‘ und ‚Tourenplanung‘ agieren mittels Supply Chain Management über die Unternehmensgrenzen hinweg, um bei der Planung des Prozesses den Anwender zu unterstützen (vgl. Abschnitt 3.3).

Intralogistische Systeme hingegen können nur die Informationen innerhalb der Unternehmensgrenzen verwenden. Die Entscheidungsunterstützungssysteme, die Ansatz 4 ‚mathematische Analyse‘ verwenden, untersuchen und bewerten die unternehmensinterne Situation anhand der intralogistischen Daten, die zur Verfügung stehen. In dem Fall des logistischen Assistenzsystems ‚RESOPT‘, werden unternehmensinterne Daten verwendet, um die optimale Bestandshöhe zu ermitteln (vgl. Abschnitt 3.3).

Ein ähnlicher Zusammenhang besteht bei Assistenzsystemen, die Ansatz 5 ‚Digitale Fabrik‘ nutzen. Dieser Ansatz handelt intralogistisch, da innerhalb der realen Fabrik ein Netzwerk aus allen verfügbaren Daten erschaffen wird (vgl. Abschnitt 2.5) und die Systemgrenzen des Unternehmens nicht übersteigt. Als Beispiel für ein intralogistisches Assistenzsystem, das mithilfe des Ansatzes 4 arbeitet, dient ‚Plant@Hand3D‘ oder das von Sender, Illgen und Wanner entwickelte Assistenzsystem (vgl. [SIW17, S.35]). Beide Systeme dienen zur Optimierung der Produktion und beziehen ihre Daten aus unternehmensinternen Quellen.

Sowohl intralogistisch als auch unternehmensübergreifend agieren logistische Assistenzsysteme, die mithilfe von Ansatz 1 („Simulation“) arbeiten, da die Simulationsläufe von den Eingabegrößen abhängig sind. Unter Eingabegrößen versteht man Parameter, Variablen oder zufallsabhängige Größen (vgl. [Ele12, S.4]), die aus unternehmensinternen Daten, aber auch aus Daten von außerhalb der Systemgrenzen, bestehen können. Das Assistenzsystem „Supply Chain Planungssystem“ beispielsweise, das mithilfe des Simulationswerkzeugs OTD-Net den Anwender unterstützt, agiert unternehmensübergreifend, da globale Lieferketten untersucht werden.

Eine Ausnahme bildet das logistische Assistenzsystem „ECO₂LAS“. Dieses System gliedert sich durch dessen Funktionsweise in drei verschiedene Ansätze ein, da sowohl ein Simulationstool (OTD-Net), als auch Daten, die aus einer Supply-Chain Datenbank stammen, durch ein Data-Warehouse-System aufbereitet. Dadurch können diese drei Ansätze auch in die Klassifikationsgruppe intralogistisch einsortiert werden, da nur unternehmensinterne Daten verwendet werden (vgl. Abschnitt 3.3).

Unternehmensübergreifend	Intralogistisch/Unternehmensintern
<u>Ansatz 1: Simulation</u> (z.B. SC Planungssystem)	<u>Ansatz 1: Simulation</u> (z.B. AssistSim, ECO ₂ LAS)
<u>Ansatz 2: Data-Warehouse-Systeme</u> (z.B. NARIDAS)	<u>Ansatz 4: mathematische Analyse</u> (z.B. RESOPT)
<u>Ansatz 3: Supply Chain Management</u> (z.B. Prozessprogrammplanung)	<u>Ansatz 5: Digitale Fabrik</u> (z.B. Plant@Hand3D)
<u>Ansatz 4: mathematische Analyse</u> (z.B. Chem-Log.Net)	<u>Ansatz 2: Data-Warehouse-Systeme</u> (z.B. ECO ₂ LAS)
	<u>Ansatz 3: Supply Chain Management</u> (z.B. ECO ₂ LAS)

Tabelle 2: Übersicht der eingeordneten Ansätze der Klassifikationsgruppe Systemgrenzen

4.3 Klassifikation anhand der Logistikbereiche

Wie in Abschnitt 4.1 beschrieben, können die verschiedenen Ansätze für logistische Assistenzsysteme auch anhand der betrachteten Bereiche, wie zum Beispiel Transport, Bestand, Kosteneffizienz, Prozessplanung oder Personal, klassifiziert werden. Hierbei ist es allerdings möglich, dass die verwendeten Ansätze mehrere Bereiche unterstützen können, wie beispielsweise der Ansatz 1 „Simulation“. Logistische Assistenzsysteme, die Ansatz 1 verwenden, können sowohl dem Logistikbereich Transport, als auch den Bereichen Bestand, Kosteneffizienz und Prozessplanung zugeordnet werden. Das Assistenzsystem

‚Tourenplanung‘ (vgl. Abschnitt 3.3) beispielsweise unterstützt den Anwender bei der Erzeugung von Tourenplänen (Transport), bewertet aber gleichermaßen die Kosten in Bezug auf die effizienteste Route (Kosteneffizienz). Im Vergleich dazu unterstützt das Assistenzsystem ‚AssistSim‘ in der Prozessplanung, da das System sowohl bei der Planung als auch bei der Durchführung unterstützt (vgl. Abschnitt 3.3).

Die logistischen Assistenzsysteme, die Ansatz 2 ‚Data Warehouse Systeme‘ verwenden, unterstützen die Logistikbereiche Transport und Bestand, wie das System ‚Rohstoffbeschaffung‘ zeigt. Dieses Assistenzsystem sammelt Informationen, bereitet diese auf und dient daher als Hilfestellung bei der Mengendisposition und Planung bei der Beschaffung (vgl. Abschnitt 3.3).

Systeme, die Ansatz 3 ‚Supply Chain Management‘ nutzen, betrachten ebenfalls mehrere Bereiche, wie etwa Transport, Kosteneffizienz oder Prozessplanung. Das Assistenzsystem ‚Supply Chain Planungssystem‘ beispielsweise, das unterstützend bei der Planung globaler Lieferketten dient, gliedert sich in den Bereich Transport ein. Ein anderes System, das mit dem dritten Ansatz agiert, ist das ‚Prozessprogrammplanung‘ zur Abbildung von Prozessabläufen und fällt daher in den Bereich der Prozessplanung.

Ansatz 4, ‚mathematische Analyse‘, wird meist in den Bereichen Transport, Bestand und Kosteneffizienz verwendet. Das System ‚RESOPT‘ zum Beispiel kann sowohl in den Logistikbereich Bestand, als auch Kosteneffizienz eingegliedert werden, da die optimale Bestandsoptimierung mit vollständiger Kostenanalyse berechnet wird (vgl. Abschnitt 3.3).

Die Bereiche Prozessplanung und Personal umfassen logistische Assistenzsysteme, die dem Ansatz 5, ‚Digitale Fabrik‘, zugewiesen sind, wie zum Beispiel das Assistenzsystem ‚Plant@Hand3D‘. Hierbei entsteht ein digitales Abbild der Fabrik, mitsamt den Prozessabläufen, Mitarbeiterqualifikationen und Standortdaten (vgl. Abschnitt 3.3).

Tabelle 3 zeigt zur Veranschaulichung eine Übersicht der Logistikbereiche und der dazu kategorisierten Ansätze.

Transport	Bestand	Kosten-effizienz	Prozess-planung	Personal
<u>Ansatz 1</u> (z.B. Tourenplanung, Flugzeug beladen)	<u>Ansatz 4</u> (z.B. RESOPT, Chem-Log.Net)	<u>Ansatz 1</u> (z.B. Tourenplanung, ECO ₂ LAS)	<u>Ansatz 1</u> (z.B. AssistSim)	<u>Ansatz 5</u> (z.B. Plant@Hand3D)
<u>Ansatz 2</u> (z.B. NARIDAS)	<u>Ansatz 2</u> (z.B. Rohstoffbeschaffung)	<u>Ansatz 4</u> (z.B. RESSTRAT, RESOPT)	<u>Ansatz 3</u> (z.B. Prozessprogrammplanung)	
<u>Ansatz 3</u> (z.B. SC-Planungssystem)		<u>Ansatz 3</u> (z.B. Tourenplanung)	<u>Ansatz 5</u> (z.B. Plant@Hand3D)	
<u>Ansatz 4</u> (z.B. Flugzeug beladen)				

Tabelle 3: Übersicht der eingeordneten Ansätze der Klassifikationsgruppe Logistikbereiche

4.4 Klassifikation anhand der Kernaufgaben

Die aussagekräftigste Gruppe der Klassifikation bilden die Kernaufgaben der logistischen Assistenzsysteme. Bei der Auswahl eines geeigneten Entscheidungsunterstützungssystems wird in den meisten Fällen zuerst anhand der zu erfüllenden Aufgabe gesucht, um ein gegenwärtiges Problem zu lösen.

Auch in dieser Klassifikationsgruppe können die betrachteten Ansätze mehrere Aufgaben erfüllen. Ein Beispiel hierfür wäre Ansatz 4 ‚mathematische Berechnungen‘ und das dazugehörige Assistenzsystem ‚Chem-Log.Net‘. Durch die Zusammenfassung des Lagerbestandes und die Berechnung der möglichen Ausfallkosten, der Bestandshöhe oder der Risiken einer Nichtverfügbarkeit kann der vierte Ansatz in die Kernaufgaben Datenaufbereitung und -versorgung, Verbesserung des Prozesses und die der Maßnahmenbewertung eingegliedert werden. Auch die Kernaufgabe Systemanalyse wird von dem vierten Ansatz erfüllt, da das logistische Assistenzsystem ‚RESSTRAT‘ mittels mathematischer Berechnungen Lebenszykluskosten und ökologische Aspekte des Systems untersucht.

Ebenfalls wie Ansatz 4 erfüllt der Ansatz 1 ‚Simulation‘ alle Kernaufgaben durch mehrere logistische Assistenzsysteme. Das System ‚ECO₂LAS‘ geht der Kernaufgabe Systemanalyse nach, da es durch die Simulationskomponente ‚OTD-Net‘ und den aufbereiteten Daten der

Supply Chain Datenbasis, bearbeitet durch das Data-Warehouse-System (vgl. [LBM13, S.447]), das logistische Netzwerk analysierbar macht und somit eine energetische Bewertung ermöglicht (vgl. Abschnitt 3.3). Im Sinne der Maßnahmenbewertung agiert das Assistenzsystem ‚Prozessprogrammplanung‘, indem ein Simulationsmodell erstellt wird, um damit Prozessabläufe geprüft werden können (vgl. Abschnitt 3.3). Zur Verbesserung des Prozesses dient ‚AssistSim‘, das den Anwender durch die komplette Experimentplanung und -durchführung begleitet und somit eine teilautomatische Unterstützungsfunktion für den typischen Prozessablauf darstellt (vgl. [BSW10, S.494ff.]). Der Datenaufbereitung und -versorgung widmet sich das System ‚Supply Chain Planungssystem‘, das im weiteren Verlauf genauer beschrieben wird.

Der zweite Ansatz ‚Data-Warehouse Systeme‘ fokussiert sich mit den vorgestellten Assistenzsystemen (vgl. Abschnitt 3.3) auf die Kernaufgaben Datenaufbereitung und -versorgung, Maßnahmenbewertung und auf die Systemanalyse. Das Navigationsunterstützungssystem ‚NARIDAS‘ beispielsweise sammelt Daten (Datenaufbereitung und -versorgung), analysiert zur Beurteilung der Situation die bestehenden Umstände (Systemanalyse) und unterstützt das System in kritischen Verhältnissen den Anwender bei Entscheidungen (Maßnahmenbewertung), indem alle relevanten Daten zusammengefasst dargestellt werden. Im Vergleich dazu behandelt das, von Rabe und Dross entwickelte, Assistenzsystem (vgl. Abschnitt 3.3) die Datenaufbereitung und -versorgung, aber auch die Maßnahmenbewertung durch die simulationsbasierte Analyse der Konsequenzen. Daher ist das Rabe-Dross-System eine Mischung aus Ansatz 1 und Ansatz 2, das dadurch unterschiedliche Aufgaben erfüllen kann.

Ansatz 3 ‚Supply Chain Management‘ kann beispielsweise durch das logistische Assistenzsystem ‚Tourenplanung‘ in die Kernaufgaben Systemanalyse und Maßnahmenbewertung eingegliedert werden (vgl. Abb. 4). Anhand der Daten aus dem Supply Chain Management des Assistenzsystems können die anfallenden Kosten analysiert werden (Systemanalyse) und die Risiken, die durch die jeweiligen Routen entstehen, bewertet werden (Maßnahmenbewertung). Dadurch wird dem Anwender die optimale und kostengünstigste Tourenroute vorgeschlagen. Ansatz 3 kann darüber hinaus auch eine Verbesserung des Prozesses bewirken und zur Datenaufbereitung und -versorgung dienen, wie die unten beschriebenen Systeme ‚Prozessprogrammplanung‘ und ‚Supply Chain Planungssystem‘ zeigen.

Der letzte Ansatz, Ansatz 5 ‚Digitale Fabrik‘, erfüllt unter anderem die Kernaufgaben zur Verbesserung des Prozesses und die der Datenaufbereitung und -versorgung, wie die logistischen Assistenzsysteme ‚Plant@Hand3D‘ und das von Sender, Illgen und Wanner entwickelte System zeigen. Durch die Illustration der Fabrik mit verknüpften Prozessen, Ressourcen und Arbeitsabläufen (vgl. Abschnitt 2.5) werden diese genannten Kernaufgaben durch Ansatz 5 erfüllt, da eine Verbesserung des Prozesses angestrebt wird und die Datenaufbereitung und -versorgung eine notwendige Basis zur Erstellung der digitalen Fabrik darstellen.

Eine mehrmalige Nennung eines Assistenzsystems in verschiedenen Ansätzen ist eine weitere Möglichkeit in der Klassifikation. Daher erfüllt das logistische Assistenzsystem ‚Supply Chain Planungssystem‘ auch mehrere Aufgaben, wie etwa die Datenaufbereitung und -versorgung (Supply Chain Management- Komponente) oder die der Systemanalyse (Bewertbarkeit des logistischen Netzwerks mittels des Simulationswerkzeugs OTD-Net). Ein weiteres Beispiel ist das Assistenzsystem ‚Beladen und Trimmen eines Flugzeugs‘, da es zum einen im ersten Ansatz ‚Simulation‘ und zum anderen im vierten Ansatz ‚mathematische Berechnungen‘ eingegliedert werden kann. Durch das simulierte Beladen des Flugzeugs kann das System den Disponenten, zum Beispiel bei fehlerhafter Verteilung der Ladung, warnen und Alternativen nennen für eine sicherere Variante. Diese mehrfache Eingliederung bezeugt die Vielfältigkeit der logistischen Assistenzsysteme und auch die damit einhergehende Komplexität, die den Auswahlprozess erschwert. Daher dient die folgende Tabelle 4 als Übersicht und zur Verdeutlichung der Bandbreite der logistischen Assistenzsysteme.

Datenaufbereitung und-versorgung	Verbesserung Produktion/Prozess	Maßnahmenbewertung	Systemanalyse
<u>Ansatz 1</u> (z.B. SC Planungssystem)	<u>Ansatz 1</u> (z.B. AssistSim, Prozessprogrammplanung)	<u>Ansatz 1</u> (z.B. Tourenplanung, Beladung Flugzeug)	<u>Ansatz 1</u> (z.B. ECO ₇ LAS, SC Planungssystem)
<u>Ansatz 2</u> (z.B. Rohstoffbeschaffung)	<u>Ansatz 3</u> (z.B. Prozessprogrammplanung)	<u>Ansatz 2</u> (z.B. NARIDAS)	<u>Ansatz 2</u> (z.B. NARIDAS)
<u>Ansatz 3</u> (z.B. SC Planungssystem)	<u>Ansatz 4</u> (z.B. RESOPT, Chem-Log.Net)	<u>Ansatz 3</u> (z.B. Prozessprogrammplanung)	<u>Ansatz 3</u> (z.B. SC Planungssystem)
<u>Ansatz 4</u> (z.B. Chem-Log.Net)	<u>Ansatz 5</u> (z.B. Plant@Hand3D)	<u>Ansatz 4</u> (z.B. Beladung Flugzeug, Chem-Log.Net)	<u>Ansatz 4</u> (z.B. RESSTRAT)
<u>Ansatz 5</u> (z.B. [SIW17])			

Tabelle 4: Übersicht der eingeordneten Ansätze der Klassifikationsgruppe Kernaufgaben

5 Zusammenfassung und Ausblick

Logistische Assistenzsysteme wurden entwickelt, um dem Anwender Hilfestellungen bei Entscheidungen zu geben und die Komplexität der Logistiknetzwerke übersichtlicher zu gestalten. Da die Entwicklung logistischer Assistenzsysteme jedoch meist auf spezielle Anwendungsfälle und Anforderungen ausgerichtet ist, entstehen in der Umsetzung dieser Systeme eine Vielzahl verschiedener Varianten.

Daher thematisiert diese Arbeit die Identifizierung von Ansätzen logistischer Assistenzsysteme und die Klassifikation anhand entsprechender Kriterien. Zur Ermittlung dieser Kriterien wurden in Abschnitt 3.3 zunächst verschiedene Beispiele für logistische Assistenzsysteme, resultierend aus einer ausführlichen Literaturrecherche, vorgestellt und auf die zugrundeliegenden Eigenschaften und Anforderungen untersucht. Durch die systematische Vorstellung der logistischen Assistenzsysteme anhand der verwendeten Methoden konnten die Simulation, das Data-Warehouse-System, das Supply Chain Management, Systeme mit mathematischen Berechnungen und die digitale Fabrik als Ansätze zur Klassifikation identifiziert werden. In Kapitel 4 erfolgte die Einteilung der identifizierten Ansätze in die drei Klassifikationsgruppen Systemgrenzen, betrachtete Logistikbereiche und Kernaufgaben mit jeweiligen Beispielen der zuvor vorgestellten logistischen Assistenzsysteme.

Diese Klassifikation zeigt die Komplexität und Vielfalt dieser Systeme, da logistische Assistenzsysteme auf verschiedene Wege konzipiert werden können und trotzdem dieselben Probleme lösen oder Bereiche unterstützen. Dabei verwenden diese Unterstützungssysteme unterschiedliche Ansätze, aber assistieren beispielweise in denselben Logistikbereichen oder erfüllen dieselben Kernaufgaben trotz alternativer Herangehensweisen. Auch eine Mischung aus den verschiedenen Ansätzen ist möglich, um ein breites Spektrum abzudecken. Beispielsweise ein Data-Warehouse-System mit integrierten Simulationstools oder der Aufbau einer digitalen Fabrik anhand von Daten aus dem Supply Chain Management.

Bereits bei der Betrachtung der ausgewählten Beispiele für logistische Assistenzsysteme ergab die Eingliederung in Kategorien Komplikationen, da sich die Systeme, die sich sowohl in ihrer Struktur, als auch in ihrer Funktion erheblich unterscheiden, trotzdem mit denselben Problemen befassen und auf unterschiedlich Weise Lösungsvorschläge liefern.

Eine weitere Erkenntnis dieser Arbeit ist, dass die identifizierten Ansätze ‚Data-Warehouse-Systeme‘ und ‚Supply-Chain-Management‘ für die meisten logistischen Assistenzsysteme als

eine Datenbasis fungieren und anderen Funktionen, wie zum Beispiel den mathematischen Berechnungen oder der Simulation, assistieren. Denn dabei werden gewisse Voraussetzungen und Informationen benötigt, um die gewünschten Ergebnisse zu liefern.

Zusätzlich zu der Klassifikation der identifizierten Ansätze könnte weiterführend die Implementierung logistischer Assistenzsysteme in ein Unternehmen thematisiert werden. Dafür könnten im Speziellen die nötigen Anforderungen und Risiken für die Einführung eines Entscheidungsunterstützungssystems im betrieblichen Kontext betrachtet werden. Es stellt sich nicht nur die Frage nach der Notwendigkeit eines solchen Systems im Unternehmen, sondern es müssen auch verschiedene Rahmenbedingungen identifiziert werden. Zum einen muss die bestehende Unternehmensstruktur und die damit vorhandene Datenverwaltung und -erfassung berücksichtigt werden. Zum anderen muss eine Einführung eines Assistenzsystems auch im wirtschaftlichen und personaltechnischen Kontext durchführbar sein. Außerdem gilt es Risiken und Hindernisse, die bei der Entwicklung von Anforderungen für die Integration logistischer Assistenzsysteme ins Unternehmen entstehen, zu beachten.

Literaturverzeichnis

- [AAB16] Alpar, P.; Alt, R.; Bensberg, F.; Grob, H.L.; Weimann, P.; Winter, R.: Anwendungsorientierte Wirtschaftsinformatik, 8. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016
- [Aeh16] Aehnelt, M.: Plant@Hand- Intelligente Assistenzsysteme für Industrie 4.0. wt Werkstattstechnik (2016) 4, S. 273- 274
- [Arn08] Arndt, H.: Supply Chain Management- Optimierung logistischer Prozesse, 4. Auflage. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, 2008
- [BCK09] Blutner, D.; Cramer, S.; Krause, S.; Mönks, T.; Nagel, L.; Reinholz, A.; Witthaut, M.: Assistenzsysteme für die Entscheidungsunterstützung. In: Buchholz, P; Clausen, U. (Hrsg.): Große Netze der Logistik. Heidelberg: Springer, 2009, S. 241- 270
- [Bec12] Beckmann, H.: Prozessorientiertes Supply Chain Engineering Strategien, 1. Aufl., Wiesbaden: Springer-Gabler, 2012
- [BGW11] Brecht, U.; Geckler, D., Wenzel, S.: Digitale Fabrik, 1. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011
- [BSW10] Bockel, B.; Schmitz, M.; Wenzel, S.: Entwicklung von Methodiken zur systematischen Planung von Experimenten in Simulationsstudien. In: Zülch, G.; Stock, P. (Hrsg.): Integrationsaspekte der Simulation: Technik, Organisation und Personal. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, 2010, S.493-500
- [DrRa14] Dross, F.; Rabe, M.: A SimHeuristic Framework as a DSS for large Logistic Networks with complex KPIs. 22. Symposium Simulationstechnik, 3.-5. September 2014, Berlin, S. 247- 254
- [DWT08] Deiseroth, J.; Weibels, D.; Toth, M.; Fraunhofer IML: Simulationsbasiertes Assistenzsystem für die Disposition von globalen Lieferketten. In: Rabe, M. (ed.): Advances in Simulation for Production and Logistics Applications. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2008, S. 41- 50
- [Ele12] Eley, M.: Simulation in der Logistik, 1. Auflage. Berlin: Springer-Verlag, 2012
- [Gud10] Gudehus, T.: Logistik, 4. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010
- [HeKu02] Hellingrath, B.; Kuhn, A.: Supply Chain Management. Berlin: Springer-Verlag, 2002

- [HeMo14] Henke, M.; Motta, M.: IT in Supply Chain Management: Simulationsgestützte logistische Assistenzsysteme als Ansatz zur Steigerung der Supply Chain Agilität. In: Kille, C.: Navigation durch komplexe Welt der Logistik. Wiesbaden: Springer-Gabler, 2014, S.153- 170
- [HZS11] Hertel, J.; Zentes, J.; Schramm-Klein, H.: Supply-Chain-Management und Warenwirtschaftssysteme im Handel, 2. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011
- [KuWe08] Kuhn, A.; Wenzel, S.: Simulation logistischer Systeme. In: Arnold, D., Kuhn, A., Furmans, K. (Hrsg.): Handbuch Logistik. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2008, S. 73-94
- [Law15] Law, A.: Simulation Modeling and Analysis, 5. Auflage. New York: McGraw Hill Education, 2015
- [LBM13] Liebler, K; Beisert, U.; Motta, M.; Wagenitz, A.: Introduction OTD-Net and LAS: Order-To-Delivery Networks Simulation and Decision Support Systems in complex Production and Logistics Networks. In: Pasupathy, R. et.al.: Winter Simulation Conference. Washington, D.C.: IEEE, 2013, S.439- 451
- [MaVa14] Mattfeld, D.; Vahrenkamp, R.: Logistiknetzwerke, 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler, 2014
- [Nav08] Navrade, F.: Strategische Planung mit Data-Warehouse-Systemen, 1. Auflage. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, 2008
- [Pf16] Pfohl, H.-C.: Logistikmanagement, 3. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg, 2016
- [PHC15] Poletto, T.; Heuer de Carvalho, V.; Costa, A.: The Roles of Big Data in the Decision-Support Process: An Empirical Investigation. In: Delibašić, B. et al.: Decision Support Systems V –Big Data Analytics for Decision Making. Heidelberg New York Dordrecht London: Springer Cham, 2015
- [RaDr15] Rabe, M.; Dross, F.: A Reinforcement Learning Approach for a Decision Support System for Logistics Networks. In: Yilmaz, L. et.al.: Winter Simulation Conference. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2015, S.2020-2032
- [RaDr16] Rabe, M.; Dross, F.: Intelligente Entscheidungsunterstützung für Logistiknetzwerke des Werkstoffhandels-Werkstoffe in der Fertigung (2016) 05, S. 24-25
- [Rih08] Riha, I.: Entwicklung einer Methode für Cost Benefit Sharing in Logistiknetzwerken, Dissertation Technische Universität Dortmund, 2008

- [RoMä11] Rose, O.; März, L.: Simulation. In: März, L. et.al.: Simulation und Optimierung in Produktion und Logistik. Berlin Heidelberg: 2011, Springer Verlag, S. 13-20
- [SIW17] Sender, J.; Illgen, B.; Wanner, M.-C.; Hinz, T.; Römer, F.: Simulationsbasiertes Assistenzsystem Ganzheitliche Produktionsplanung von XXL-Monopiles, Productivity Management (2017) 01, S.34-36
- [STW12] Schwede, C.; Toth, M.; Fraunhofer IML, Wagenitz, A.: Integrierte Auftragsreihenfolge- und Transportplanung- Ein Beispiel für funktionsübergreifende Zusammenarbeit in Unternehmen mittels logistischer Assistenzsysteme, Industrie Management (2012) 03, S.25-29
- [Suc08] Sucky, E.: Netzwerkmanagement. In: Arnold, D., Kuhn, A., Furmans, K. et.al.: Handbuch Logistik. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2008, S. 934-946
- [SWB15] Schillinger, R.; Wortmann, B.; Buß, D.: Ressourcenschonende Chemieparkslogistik. In: Voß, P. H. (Hrsg.): Logistik – eine Industrie, die (sich) bewegt. Wiesbaden: Springer Gabler, 2015, S.173- 190
- [Tho08] Thomas, F.: Data-Warehouse-Konzepte. In: Arnold, D., Kuhn, A., Furmans, K. (Hrsg.): Handbuch Logistik. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2008, S.842-847
- [VDI08] VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik, Fachbereich Modellierung und Simulation: VDI-Richtlinie 4499 Blatt 1: Digitale Fabrik Grundlagen. Berlin: Beuth Verlag, 2008
- [VDI13] VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL), Fachbereich Fabrikplanung und -betrieb: VDI- Richtlinie 3633 Blatt 1: Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen- Begriffe. Berlin: Beuth Verlag, 2013
- [Wer13] Werner, H.: Supply Chain Management, 5. Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler, 2013

Anhang

	Ansatz 1	Ansatz 2	Ansatz 3	Ansatz 4	Ansatz 5
	Simulation	Data-Warehouse-System	Supply Chain Management	Mathematische Analyse	Digitale Fabrik
Unternehmens-übergreifend	<ul style="list-style-type: none"> Supply Chain Planungssystem Tourenplanung Prozessprogramm-m-planung [RaDr15] Chem.Log-Net 	<ul style="list-style-type: none"> [RaDr15] Rohstoffbeschaffung NARIDAS 	<ul style="list-style-type: none"> Tourenplanung Prozessprogramm-m-planung 	<ul style="list-style-type: none"> Chem.Log-Net 	
System-grenzen	<ul style="list-style-type: none"> Beladen und Trimmen Flugzeug AssistSim [SIW17] 	<ul style="list-style-type: none"> ECO2LAS 	<ul style="list-style-type: none"> ECO2LAS 	<ul style="list-style-type: none"> RESOPT RESSTRAT Beladen und Trimmen Flugzeug 	<ul style="list-style-type: none"> Plant@Hand3D [SIW17]
	Intralogistisch/ Unternehmens-intern				

Tabelle 5: Übersicht der logistischen Assistenzsysteme sortiert nach Systemgrenzen

	Ansatz 1	Ansatz 2	Ansatz 3	Ansatz 4	Ansatz 5
	Simulation	Data-Warehouse-System	Supply Chain Management	Mathematische Analyse	Digitale Fabrik
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Supply Chain Planungssystem • Tourenplanung • [RaDr15] • Beladen und Trimmen Flugzeug 	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffbeschaffung • NARIDAS • [RaDr15] 	<ul style="list-style-type: none"> • Supply Chain Planungssystem • Tourenplanung 	<ul style="list-style-type: none"> • Beladen und Trimmen Flugzeug 	
Bestand	<ul style="list-style-type: none"> • Chem.Log-Net 	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffbeschaffung 		<ul style="list-style-type: none"> • RESOPT • Chem.Log-Net 	
Kosten-effizienz	<ul style="list-style-type: none"> • ECO2LAS • Tourenplanung • Chem.Log-Net 	<ul style="list-style-type: none"> • ECO2LAS 	<ul style="list-style-type: none"> • ECO2LAS 	<ul style="list-style-type: none"> • RESOPT • Chem.Log-Net • RESSTRAT 	<ul style="list-style-type: none"> •
Prozessplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessprogrammplanung • AssistSim 		<ul style="list-style-type: none"> • Prozessprogrammplanung 		<ul style="list-style-type: none"> • [SIW17] • Plant@Hand3D
Personal					<ul style="list-style-type: none"> • Plant@Hand3D
Logistikbereiche					

Tabelle 6: Übersicht der logistischen Assistenzsysteme sortiert nach Logistikbereichen

	Ansatz 1	Ansatz 2	Ansatz 3	Ansatz 4	Ansatz 5
	Simulation	Data-Warehouse-System	Supply Chain Management	Mathematische Analyse	Digitale Fabrik
Daten- aufbereitung und -versorgung	<ul style="list-style-type: none"> • Supply Chain Planungssystem • Tourenplanung • [RaDr15] • Chem.Log-Net 	<ul style="list-style-type: none"> • [RaDr15] • Rohstoffbeschaffung • NARIDAS 	<ul style="list-style-type: none"> • Supply Chain Planungssystem • Tourenplanung 	<ul style="list-style-type: none"> • Chem.Log-Net 	<ul style="list-style-type: none"> • [SIW17]
Verbesserung Prozess	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessprogrammplanung • Beladen und Trimmen Flugzeug • AssistSim 		<ul style="list-style-type: none"> • Prozessprogrammplanung 	<ul style="list-style-type: none"> • Beladen und Trimmen Flugzeug • RESOPT • Chem.Log-Net 	<ul style="list-style-type: none"> • Plant@Hand3D
Maßnahmen- bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • Tourenplanung • Prozessprogrammplanung • [RaDr15] • Beladen und Trimmen Flugzeug 	<ul style="list-style-type: none"> • [RaDr15] • Rohstoffbeschaffung • NARIDAS 	<ul style="list-style-type: none"> • Tourenplanung • Prozessprogrammplanung • Beladen und Trimmen Flugzeug 	<ul style="list-style-type: none"> • Beladen und Trimmen Flugzeug • Chem.Log-Net 	
Systemanalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Supply Chain Planungssystem • Tourenplanung • ECO2LAS 	<ul style="list-style-type: none"> • NARIDAS • ECO2LAS 	<ul style="list-style-type: none"> • Supply Chain Planungssystem • Tourenplanung • ECO2LAS 	<ul style="list-style-type: none"> • RESSTRAT 	<ul style="list-style-type: none"> •
Kern- aufgaben					

Tabelle 7; Übersicht der logistischen Assistenzsysteme sortiert nach Kernaufgaben

Eidesstattliche Versicherung

 Name, Vorname

 Matr.-Nr.

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Projektarbeit mit dem Titel

selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

 Ort, Datum

 Unterschrift

Belehrung:

Wer vorsätzlich gegen eine die Täuschung über Prüfungsleistungen betreffende Regelung einer Hochschulprüfungsordnung verstößt, handelt ordnungswidrig. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße von bis zu 50.000,00 € geahndet werden. Zuständige Verwaltungsbehörde für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten ist der Kanzler/die Kanzlerin der Technischen Universität Dortmund. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches kann der Prüfling zudem exmatrikuliert werden. (§ 63 Abs. 5 Hochschulgesetz - HG -)

Die Abgabe einer falschen Versicherung an Eides statt wird mit Freiheitsstrafe bis zu 3 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

Die Technische Universität Dortmund wird ggfls. elektronische Vergleichswerkzeuge (wie z.B. die Software „turnitin“) zur Überprüfung von Ordnungswidrigkeiten in Prüfungsverfahren nutzen.

Die obenstehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

 Ort, Datum

 Unterschrift