

## Masterarbeit

### **Entwicklung eines Planspiels zur Vermittlung umweltorientierter Aspekte des Supply Chain Managements**

Fabian Blasius  
Matrikelnummer: 197332  
Studiengang Logistik (M. Sc.)

ausgegeben am:  
25.07.2018

eingereicht am:  
06.02.2019

Betreuer:  
Prof. Dr.-Ing. Markus Rabe  
Astrid Klüter, M. Sc.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Supply Chain Management und umweltorientierte Aspekte des Supply Chain Managements</b>	<b>4</b>
2.1 Supply Chain Management . . . . .	4
2.1.1 Begriffsdefinition . . . . .	4
2.1.2 Ziele und Aufgaben . . . . .	6
2.1.3 Kostenarten der Beschaffung . . . . .	9
2.2 Definition des Umweltbegriffs . . . . .	10
2.3 Umweltrelevanz des Supply Chain Managements . . . . .	10
2.4 Green Supply Chain Management . . . . .	11
2.4.1 Begriffsdefinition, Ziele und Aufgaben . . . . .	11
2.4.2 Abgrenzung des Green Supply Chain Managements . . . . .	12
2.4.3 Treiber und Barrieren . . . . .	12
2.4.4 Handlungsmaßnahmen des Green Supply Chain Managements . . .	13
2.5 Methoden zur Berechnung von Treibhausgasemissionen im Transportbereich	16
<b>3 Lehr- und Lernmethode Planspiel</b>	<b>19</b>
3.1 Begriffsdefinition . . . . .	19
3.2 Nutzen der Planspielmethode . . . . .	20
3.3 Klassifizierung von Planspielen . . . . .	22
3.4 Durchführung von Planspielseminaren . . . . .	26
3.5 Vorgehen bei der Entwicklung von Planspielen . . . . .	27
3.6 Planspiele aus dem Bereich Umwelt und Supply Chain Management . . . .	29
3.7 Computerunterstützte Planspiele . . . . .	30
3.7.1 Implementierungsansätze . . . . .	30
3.7.2 Grundlagen des Datenbankentwurfs . . . . .	32
3.7.3 Vorgehen bei der Softwareentwicklung . . . . .	34
<b>4 Konzeptionierung des Planspiels</b>	<b>35</b>
4.1 Vorbereitung . . . . .	35
4.1.1 Grundlegendes Lernziel und Begründung der Planspielmethode . . .	35
4.1.2 Zielgruppe . . . . .	36
4.1.3 Rahmenbedingungen . . . . .	36
4.1.4 Begründung der Entwicklung eines Planspiels . . . . .	37
4.1.5 Spezifizierung der Trainingsinhalte und Lernziele . . . . .	37
4.2 Entwicklung des Planspielmodells . . . . .	39
4.2.1 Entwicklung des Referenzmodells . . . . .	39

---

4.2.2	Gestaltung des Szenarios . . . . .	40
4.2.3	Entwicklung der Rollenbeschreibung und Handlungsalternativen . . .	40
4.2.4	Entwicklung des Bewertungssystems . . . . .	42
4.2.5	Auswahl des Spielmediums . . . . .	44
4.2.6	Gruppenorganisatorische Entscheidungen . . . . .	44
4.3	Präzisierung des Planspielmodells . . . . .	45
4.4	Informationsgewinnung . . . . .	48
4.4.1	Definition erforderlicher Daten . . . . .	48
4.4.2	Datenbeschaffung und -aufbereitung . . . . .	50
4.5	Ablauf des Planspiels . . . . .	56
4.6	Entwicklung der Spielregeln . . . . .	58
4.7	Konfiguration der Startzustände . . . . .	59
<b>5</b>	<b>Implementierung des Planspiels</b>	<b>60</b>
5.1	Anforderungsanalyse . . . . .	60
5.1.1	Definition der Software-Anforderungen . . . . .	60
5.1.2	Auswahl des Implementierungsansatzes . . . . .	61
5.1.2.1	Entwicklung von Bewertungskriterien . . . . .	61
5.1.2.2	Vergleich von Implementierungsansätzen . . . . .	62
5.1.3	Datenmodellierung . . . . .	63
5.2	Softwaredesign . . . . .	66
5.2.1	Gestaltung der Benutzeroberfläche . . . . .	66
5.2.2	Konzipierung der Software-Architektur . . . . .	67
5.2.3	Spezifizierung der Software-Komponenten . . . . .	68
5.3	Testphase . . . . .	70
5.3.1	Test der Software . . . . .	70
5.3.2	Test des Planspiels . . . . .	71
5.4	Ergebnisdiskussion . . . . .	73
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>75</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>77</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>88</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>89</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>90</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>91</b>
	<b>Eidesstattliche Versicherung</b>	<b>101</b>

# 1 Einleitung

Der zunehmende Schadstoffausstoß in die Luft, die Verunreinigung von Gewässern sowie die Verknappung von Ressourcen sind nur einige der Umweltthemen, die in der öffentlichen Wahrnehmung zunehmend an Bedeutung gewinnen (Kiausch 2016, S. 1). Darüber hinaus sind in den letzten Jahren weltweit immer mehr Extremwetterlagen wie Dürreperioden, Erdbeben und Überschwemmungen sowie eine Zunahme der Durchschnittstemperatur auf der Erde zu beobachten (Lu und De Bock 2016, S. 1). Aufgrund dieser negativen ökologischen Auswirkungen, des wachsenden öffentlichen Drucks sowie Gesetzesauflagen sind Unternehmen daher gefordert, den Umwelt- und Ressourcenschutz in ihren Unternehmensentscheidungen verstärkt zu berücksichtigen (Straube und Pfohl 2008, S. 13 f.). Potenziale zur Steigerung des Umwelt- und Ressourcenschutzes bieten dabei fast alle Unternehmensbereiche, insbesondere aber die Logistik und das Supply Chain Management (SCM) (Straube et al. 2009, S. 1). So liegt der Anteil des Transports an den weltweit ausgestoßenen Treibhausgasemissionen bei 23 Prozent (IPCC 2014, S. 603ff). Das prognostizierte Wachstum des Transportaufkommens in den nächsten Jahren verdeutlicht den Handlungsbedarf (BMVI 2018, S. 7). Der Ansatz des SCM bietet dabei durch den Fokus auf vor- und nachgelagerte Liefernetzwerke sowie unternehmens- und branchenübergreifenden Einbeziehung aller Akteure der Wertschöpfungs- und Distributionsnetze die Möglichkeit zur Erreichung einer wirksameren Umweltschonung als die isolierte Betrachtung einzelner Unternehmen (Lochmahr 2016, S. 14).

Während im SCM ökonomische Aspekte bei Unternehmensentscheidungen im Vordergrund stehen, beziehen auch immer mehr Unternehmen ökologische Zielgrößen in ihre Betrachtungen mit ein (Schuh und Andrae 2013, S. I). Dennoch finden ökologische Aspekte längst noch nicht in allen Unternehmen Berücksichtigung (Bretzke 2014, S. 1 f.). Als Gründe für die Nichtberücksichtigung werden neben etwaigen ökonomischen Nachteilen, die viele Unternehmen mit umweltorientierten Initiativen verbinden, auch häufig fehlende Kenntnisse sowie Informationen über ökologische Maßnahmen und Handlungsalternativen angeführt (Tenerowicz 2011, S. 16 f.). Somit besteht weiterhin die Notwendigkeit, das Bewusstsein für die Bedeutung der Umweltthematik in den Unternehmen zu steigern und zudem Methoden zur Verbesserung der unternehmerischen Umweltwirkung aufzuzeigen.

Eine Möglichkeit, bereits Studierende als nachfolgende Generation in Unternehmen für eine bestimmte Thematik zu sensibilisieren, bietet die Planspielmethode, die in der beruflichen Bildung zunehmend Einsatz findet (Schwägele et al. 2014, S. 10; Blötz 2015, S. 35). Beim Planspiel handelt es sich um eine Lehr- und Lernmethode, bei der Entscheidungsprozesse simuliert werden und die Teilnehmer so in realitätsnahen Situationen Auswirkungen von Entscheidungen erfahren können, ohne negative Konsequenzen für die reale Welt befürchten zu müssen (Quilling und Nicolini 2009, S. 80). Die hohe aktive Beteiligung der Teilnehmer, die Planspiele auszeichnet, fördert dabei zum einen die Motivation der Lernenden und zum anderen die Einprägsamkeit des Gelernten, womit sich die Planspielmethode

zur Vermittlung neuen Wissens und der Vertiefung bereits vorhandener Kenntnisse eignet (Greenblat 1988, S. 16 f.; Quilling und Nicolini 2009, S. 82).

Das übergeordnete Ziel dieser Masterarbeit liegt daher in der Entwicklung eines Planspiels zur Vermittlung umweltorientierter Aspekte des SCM. Das Planspiel soll seinen Einsatz in der Lehre des Fachgebiets IT in Produktion und Logistik (ITPL) finden und den Teilnehmern ein aktives Erlernen von Praktiken und Maßnahmen für ein umweltbewusstes Handeln im SCM ermöglichen. Daneben soll das Planspiel die teilnehmenden Studierenden für die Relevanz des Umweltthemas in der Logistik und des SCM sensibilisieren, indem die Auswirkungen verschiedener Handlungsalternativen verdeutlicht werden. Das Erreichen des übergeordneten Ziels setzt dabei das Erfüllen aufeinander aufbauender Teilziele voraus. So liegt das erste Teilziel in dem Entwurf eines Planspielkonzepts, welches alle relevanten Informationen zur Realisierung des Planspiels beinhaltet. Ein weiteres Teilziel ist ein Kriterienkatalog, auf dessen Grundlage die Auswahl des Ansatzes zur Implementierung des Planspiels erfolgen soll. Das letzte Teilziel stellt schließlich das implementierte und getestete Planspiel dar.

Zum Erreichen der Ziele dieser Masterarbeit gliedert sich die methodische Vorgehensweise wie folgt: Zu Beginn werden eine Einführung in die Thematik des SCM sowie eine Definition des Begriffs Umwelt gegeben, um ein einheitliches Verständnis diesbezüglich gewährleisten zu können. Die nachfolgende Untersuchung der Umweltrelevanz des SCM dient dem Aufzeigen des Handlungsbedarfs der unterschiedlichen Bereiche des SCM hinsichtlich einer Umweltorientierung. Im Anschluss daran erfolgt eine nähere Betrachtung des Konzepts des Green Supply Chain Managements (GSCM), welches im Gegensatz zum klassischen SCM auch einen Fokus auf ökologische Aspekte legt. Für die Entwicklung des Planspiels besteht dabei aufgrund der genannten Zielstellung die Notwendigkeit zur Ausarbeitung verschiedener Praktiken und Maßnahmen zur Minimierung der ökologischen Auswirkungen, die es schließlich mithilfe des Planspiels zu vermitteln gilt.

Weiterhin bildet eine Einführung in die Thematik der Planspielmethode die Grundlage für das weitere Vorgehen dieser Arbeit. So wird zum einen ein grundlegendes Verständnis für die Planspielmethode geschaffen. Zum anderen werden die möglichen Lernziele sowie die verschiedenen Arten und Methoden von Planspielen ausgearbeitet, da es diese bei der Entwicklung des Planspiels in Betracht zu ziehen gilt. Um darüber hinaus alle relevanten Schritte bei der Entwicklung des Planspiels zu berücksichtigen und das Erzielen eines optimalen Ergebnisses dieser Arbeit sicherzustellen, werden der generelle Aufbau eines Planspielseminars sowie die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Planspielentwicklung untersucht. Auch die Zusammenstellung von geeigneten Ansätzen zur Implementierung von Planspielen stellt einen weiteren notwendigen Schritt der Arbeit dar.

Auf Basis der Rechercharbeit wird, der erarbeiteten Vorgehensweise folgend, das Konzept des zu realisierenden Planspiels entworfen und im Detail beschrieben. Im Anschluss daran werden auf Grundlage des entworfenen Planspielkonzepts geeignete Kriterien entwickelt, um eine Bewertung der infrage kommenden Implementierungsansätze vornehmen zu können und einen der Ansätze auszuwählen. Die nachfolgende Implementierung des Planspiels

mithilfe des ausgewählten Ansatzes bildet den letzten Arbeitsschritt der vorliegenden Arbeit.

## 2 Supply Chain Management und umweltorientierte Aspekte des Supply Chain Managements

Nach einer Einführung in die Thematik des SCM und einer Definition des Umweltbegriffs, wird in diesem Kapitel erarbeitet, welche Bereiche des SCM insbesondere Potenziale zur Reduzierung der negativen Umweltauswirkungen bieten. Anschließend wird das Konzept des GSCM vorgestellt, das neben ökonomischen auch ökologische Ziele fokussiert (Gregori und Wimmer 2011, S. 42f.). Hierbei werden vor allem Handlungsmaßnahmen aufgezeigt, die eine Reduzierung der negativen Umweltauswirkungen, die von Supply Chains ausgehen, ermöglichen. Somit stellt dieses Kapitel die Grundlage für die Wahl der Inhalte des zu konzipierenden Planspiels dar.

### 2.1 Supply Chain Management

#### 2.1.1 Begriffsdefinition

Zum Verständnis des Begriffs des Supply Chain Managements ist zunächst zu erläutern, was unter einer Supply Chain, im deutschen Sprachgebrauch auch Liefer-, Versorgungs- oder Wertschöpfungskette, zu verstehen ist (Busch und Dangelmaier 2004, S. 4).

In Theorie und Praxis existiert keine einheitliche Definition der Supply Chain, jedoch ein Grundmodell, das die Supply Chain als eine Kette von Unternehmen bezeichnet, *„die ein Produkt ausgehend von der Bereitstellung der Rohmaterialien über alle Wertschöpfungsstufen hinweg produzieren und dann an den Endkunden ausliefern“* (Poppe 2017, S. 38f.).

Häufig stellen Supply Chains aber keine linearen Ketten dar, wie sie in Abbildung 2.1 zu sehen sind (Corsten und Gössinger 2008, S. 109). Denn viele Unternehmen arbeiten mit einer Vielzahl verschiedener Produkte, die selbst wiederum eine eigene Supply Chain besitzen (Waters 2009, S. 13). Somit sind die meisten Supply Chains vielmehr Netzwerke, an denen eine große Anzahl an Akteuren beteiligt sein kann (Chopra und Meindl 2014, S. 24). Zu diesen Akteuren können neben dem Hersteller beispielsweise die Lieferanten von Vorprodukten, Logistikdienstleister, der Handel sowie der Konsument, der das Ziel der Supply Chain darstellt, gehören (Hertel et al. 2011, S. 8f.). Im Vordergrund der Supply-Chain-Betrachtung stehen die Waren- und Materialflüsse zwischen den beteiligten Akteuren, die den Fluss von Informationen und Finanzen erfordern (Hertel et al. 2011, S. 8f.).

Auch zur Beschreibung des Konzepts des SCM liegt keine einheitliche Definition vor (Busch und Dangelmaier 2004, S. 5). Dies ist darauf zurückzuführen, dass das SCM nicht in der



betriebswirtschaftlichen Theorie, sondern in der unternehmerischen Praxis entstanden ist (Wellbrock 2015, S. 24). Trotz der Uneinheitlichkeit der verschiedenen SCM-Definitionen werden in der Literatur Kernelemente aufgeführt, die in vielen Definitionen vermehrt auftreten (Corsten und Gössinger 2008, S. 109). So ist nach Corsten und Gössinger (2008, S. 107) die Ausrichtung nach den Bedürfnissen des Endkunden charakteristisch für das SCM, auch wenn durch das Wort „Supply“ abgeleitet werden könnte, dass der Fokus im SCM auf der Lieferantenseite liegt (Klaus et al. 2007, S. 39).

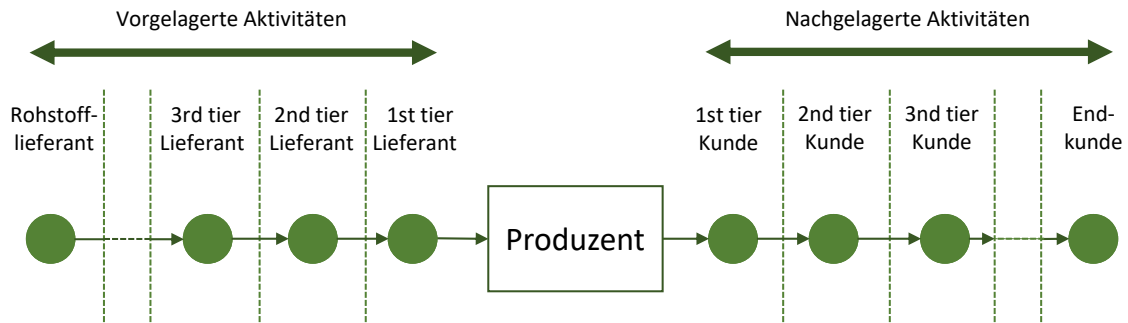


Abbildung 2.1: Grundmodell einer Supply Chain nach Waters (2009, S. 11)

Nach Werner (2013, S. 5) scheint weiterhin allgemein akzeptiert, dass beim SCM die Integration von Unternehmensaktivitäten im Fokus steht. Dies bedeutet, dass Unternehmen Optimierungspotenziale nicht mehr unabhängig voneinander aufdecken, sondern unternehmensübergreifend in einem vertikalen Kooperationsverbund mehrerer Unternehmen, insbesondere an den Schnittstellen der Unternehmen (Wellbrock 2015, S. 24). Ein wesentlicher Aspekt der verschiedenen SCM-Definitionen stellt nach Beer (2014, 16f.) darüber hinaus die Flussorientierung dar. Im Mittelpunkt steht dabei die Koordination der Material-, Informations- und Finanzflüsse der gesamten Supply Chain, von der Rohstoffquelle über den Endkunden bis zum Produktrecycling, die darauf abzielt, den Gesamtprozess unternehmensübergreifend zeit- und kostenoptimal zu gestalten (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 33; Werner 2013, S. 6). Nach Fandel et al. (2009, S. 3) ist jedoch zu beachten, dass die Koordination der Geschäftsprozesse über alle Unternehmen der Supply Chain eher ein Extrem darstellt, da eine sinnvolle Realisierung solch ausgeprägter Kooperationsformen in der Praxis oft nicht möglich ist. Vielmehr beschränken sich die Unternehmen auf die für sie relevanten Stufen der Supply Chain (Fandel et al. 2009, S. 3). Dennoch soll im Rahmen dieser Arbeit von der folgenden SCM-Definition von Werner ausgegangen werden, da diese bewusst weit gefasst ist und die betrachteten Kernelemente der verschiedenen Definitionen wiedergibt:

*„Ein Supply Chain Management kennzeichnet interne wie netzwerkgerichtete integrierte Unternehmensaktivitäten von Versorgung, Entsorgung und Recycling, inklusive begleitende Geld- und Informationsflüsse (Werner 2013, S. 6).“*

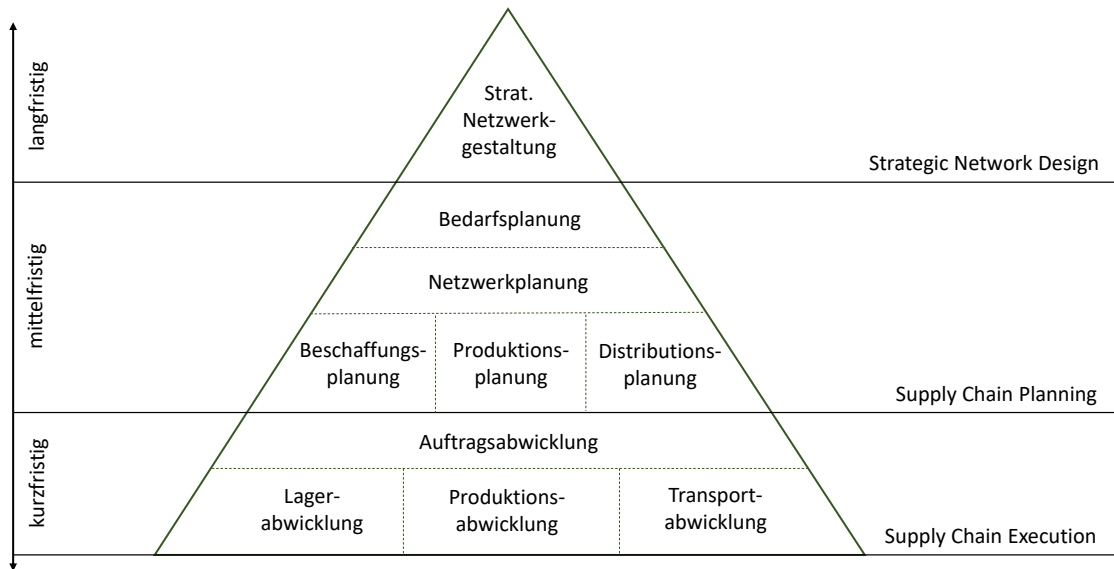
Neben der beschriebenen unternehmensübergreifenden Betrachtung der Gesamtprozesse berücksichtigt diese Definition weiterhin auch die Prozesse innerhalb eines Unternehmens (unternehmensinterne Supply Chain).

### 2.1.2 Ziele und Aufgaben

Nach Wellbrock (2015, S. 44ff) können die Ziele des SCM in ein übergeordnetes Gesamtziel, nämlich den langfristigen Erhalt bzw. Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit der gesamten Supply Chain, sowie in mehrere Teilziele untergliedert werden, die zur Erfüllung des übergeordneten Ziels verfolgt werden müssen. Bei den Teilzielen kann zwischen den fünf Kategorien Steigerung des Endkundennutzens sowie Realisierung von Kosten-, Zeit-, Qualitäts- und Flexibilitätsvorteile unterschieden werden (Wellbrock 2015, S. 24). Aufgrund der Ausrichtung des SCM-Ansatzes auf die Bedürfnisse der Endkunden, nimmt die Steigerung des Endkundennutzens im Rahmen des SCM eine große Bedeutung ein (Göpfert und Wellbrock 2012, S. 108). Zu den Komponenten, die den Endkundennutzen beeinflussen, zählen die Lieferzeit, Lieferzuverlässigkeit, Lieferflexibilität sowie Lieferungsbeschaffenheit (Heidtmann 2008, S. 27). Ein wesentliches Ziel des SCM-Ansatzes ist es weiterhin, die Kosten entlang der gesamten Supply Chain zu reduzieren (Heidtmann 2008, S. 27). Nach Fandel et al. (2009, S. 8f.) bietet das SCM hierbei neben den Einsparungspotenzialen von Transport-, Prozess-, und Produktionskosten insbesondere Potenziale zur Reduzierung der Bestandskosten. Aufgrund von Schwankungen der Kundennachfrage sowie nur schwer absehbarer Veränderungen externer Einflussfaktoren, wie beispielsweise Naturereignisse oder Terroranschläge, ist auch die Flexibilität im SCM von Relevanz (Wellbrock 2015, S. 55). Darüber hinaus wird in der Supply Chain das Ziel verfolgt, die Unternehmensaktivitäten zu beschleunigen (Werner 2013, S. 30). Hierbei bietet nach Fandel et al. (2009, 8f.) ein unternehmensübergreifendes SCM in nahezu allen Bereichen eines Unternehmens Potenziale, Zeitvorteile zu realisieren. Die Kategorie der Steigerung von Qualitätsvorteilen zielt letztlich auf die Verbesserung der Produktqualität ab, was durch das Einbringen der Kernkompetenzen aller Supply-Chain-Partner in den Entwicklungsprozess realisiert werden kann (Göpfert und Wellbrock 2012, S. 108; Fandel et al. 2009, S. 9).

Hinsichtlich der Ziele des SCM ist zu beachten, dass die verschiedenen Zielkategorien zum Teil im Konflikt zueinander stehen. Ein klassisches Beispiel bildet der Kosten-Qualitäts-Konflikt, nach dem eine Qualitätsverbesserung bei gleichzeitiger Kostensenkung in der Regel kaum möglich ist. Daneben können auch Zielkonflikte innerhalb der Zielkategorien bestehen. So führt beispielsweise die Reduzierung von Transportkosten in der Regel zu höheren Beständen und somit zu höheren Bestandskosten. Ein simultanes Verbessern beider Zielgrößen gestaltet sich daher schwierig. (Werner 2013, S. 33ff)

Das Erreichen der genannten Teilziele und somit des übergeordneten Ziels kann dennoch durch verschiedene Aufgaben des SCM realisiert werden (Fandel et al. 2009, S. 9). Das in Abbildung 2.2 dargestellte SCM-Aufgabenmodell wurde zwar ursprünglich für die Strukturierung der Anforderungen für die Softwareauswahl entwickelt, bietet jedoch eine Übersicht über die grundlegenden Planungs- und Abstimmungsbereiche des SCM, weshalb sich im Folgenden an diesem Modell orientiert wird, um die Aufgaben des SCM näher zu betrachten (Koch 2012, S. 254). Das Aufgabenmodell setzt sich aus den drei Hauptaufgabenbereichen Gestaltung (Strategic Network Design), Planung (Supply Chain Planning) und Ausführung (Supply Chain Execution) zusammen (Hellingrath et al. 2008, S. 462f.).



**Abbildung 2.2: SCM-Aufgabenmodell nach Hellingrath et al. (2008, S. 143)**

Die strategische Netzwerkplanung der Gestaltungsebene dient der kosteneffektiven Auslegung und Gestaltung der gesamten Supply Chain und erstreckt sich über einen Planungshorizont von mehreren Monaten bis hin zu Jahren (Schulte 2009, S. 537). Eine zentrale Aufgabe dieser Ebene liegt darin, Investitionsentscheidungen in Abhängigkeit von Anzahl und Standorten der Produktionsstätten, Lagern, Distributionszentren sowie Lieferanten zu bewerten (Koch 2012, S. 255).

Im Rahmen der zweiten Ebene, dem Supply Chain Planning, werden die zur Auftrags Erfüllung erforderlichen Kapazitätszuordnungen entlang der Supply Chain festgelegt (Hertel et al. 2011, S. 112). Die Planungsebene umfasst die in Abbildung 2.2 dargestellten Teilbereiche, auf die nachfolgend kurz eingegangen wird. Die Bedarfsplanung dient zur Prognose der kurz-, mittel- und langfristigen Bedarfe und bildet so die Grundlage zur Abstimmung der weiteren Planungs- und Entscheidungsprozesse entlang der Supply Chain (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 144). Aufgabe der Netzwerkplanung ist die Koordination der einzelnen Partner in der Supply Chain und beinhaltet die Abstimmung der Bedarfe und Material- sowie Kapazitätsressourcen mit dem Ziel, ein Gesamtoptimum für alle Partner des Netzwerkes zu ermitteln (Schulte 2009, S. 538). So erfolgt im Rahmen der Netzwerkplanung beispielsweise die Zuordnung von Produkten auf Standorte, womit einzelne Werke ihr Produktionsprogramm erhalten (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 146). Der Zeithorizont dieser Ebene erstreckt sich über mehrere Monate bis Jahre und bildet die Grundlage für die detaillierten Planungsaufgaben der Beschaffung, Produktion und Distribution (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 146). Aufbauend auf den Ergebnissen der Netzwerkplanung werden im Rahmen der Produktionsplanung über einen Zeithorizont im Bereich von Monaten bis Wochen optimierte Produktionspläne für jede einzelne Produktionsstätte der Supply Chain erstellt (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 146f.). Ziel ist es hierbei, die Lieferbereitschaft sowie Termintreue zu erhöhen und gleichzeitig die Auslastung zu optimieren und Bestandskosten zu minimieren (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 146). Neben den Produktionsplänen stellen Material- und Mengenbedarfe Ergebnisse der Produktionsplanung dar, die für die Aufgaben der Beschaffungsplanung benötigt werden (Schulte 2009, S. 539). Die

Beschaffungsplanung zielt weiterhin darauf ab, die benötigten Teile und Materialien termingerecht am richtigen Ort zur Verfügung zu stellen, gleichzeitig jedoch die Lagerkosten durch niedrige Bestände gering zu halten (Koch 2012, S. 255).

Der Zeithorizont der Beschaffungsplanung erstreckt sich über Wochen bis Tage und umfasst die Ermittlung der optimalen Minimal-, Maximal- sowie Sicherheitsbestände. Bei der Entscheidungsfindung gilt es, die eigenen Kapazitäten und die der Lieferanten sowie Anlieferhythmen und Wiederbeschaffungszeiten miteinzubeziehen. Des Weiteren ist die Auswahl verschiedener Beschaffungsstrategien Gegenstand der Beschaffungsplanung. (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 146)

Bei den Beschaffungsstrategien kann z. B. hinsichtlich der Anzahl von Bezugsquellen für ein Gut zwischen Single Sourcing (ein Lieferant für ein Gut) und Multiple Sourcing (mehrere Lieferanten für ein Objekt) unterschieden werden (Fandel et al. 2009, S. 26). Daneben muss über die Herkunft der Lieferanten entschieden werden. So liegen die Lieferanten beim Local Sourcing im räumlichen Umfeld bzw. im gleichen Land, während beim Global Sourcing keine Einschränkungen im Hinblick auf den Bezugsort bestehen (Fandel et al. 2009, S. 26). Der wesentliche Vorteil des Global Sourcing bildet der Preisvorteil gegenüber des Local Sourcing (Bichler et al. 2010, S. 36). Dieser beruht dabei insbesondere auf den niedrigen Lohnkosten im Ausland, kann sich jedoch auch aus niedrigeren Steuern, Energie-, Rohstoff- und Umweltschutzkosten ergeben (Arnolds et al. 2016, S. 209).

Gegenstand der Distributionsplanung ist es, die Höhe der Endproduktbestände zu definieren und den Transport zum Kunden möglichst kostengünstig zu gestalten (Koch 2012, S. 255). Neben der groben Planung der Transportkapazitäten werden in diesem Planungsbereich hierzu verschiedene Versorgungsszenarien, wie z. B. die Nutzung verschiedener Distributionskanäle oder der Einsatz unterschiedlicher Logistikdienstleister sowie Transportmittel, miteinander verglichen (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 146). Im Rahmen der Verfügbarkeits- und Machbarkeitsprüfung wird weiterhin geprüft, ob eingehende Kundenanfragen oder -aufträge erfüllt werden können (Schulte 2009, S. 540). Hierbei ist allerdings zu unterscheiden, ob lediglich geprüft werden muss, ob ein Produkt zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem Lagerort zur Verfügung steht oder ob bei kundenindividuellen Produktkonfigurationen ein Produktionsstandort, Produktionslots sowie Durchlauf- und Distributionszeiten im Detail ermittelt werden müssen (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 148). Ein weiterer Bestandteil der Planungsebene bildet die Feinjustierung der Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsplanung (Werner 2013, S. 85). Die Feinplanung baut auf den jeweiligen Bereichen auf und verfeinert deren Ergebnisse, während der wesentliche Unterschied im betrachteten Zeithorizont liegt (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 151). So umfasst der Planungshorizont der Feinplanung in der Regel nur wenige Tage bis Stunden (Werner 2013, S. 85).

Die letzte Ebene des SCM-Aufgabenmodells stellt die Supply Chain Execution dar, die der Umsetzung der Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsfeinpläne dient (Schulte 2009, S. 540). Im Rahmen dieser Planungsebene werden die logistischen Aktivitäten initiiert, deren Kern die Auftragsabwicklung bildet, die im Wesentlichen die Transport-, Produktions- sowie Lagerabwicklung umfasst (Werner 2013, S. 85). Gegenstand der Trans-

portabwicklung ist es, die Transportvorgänge zu erfassen, abzuwickeln sowie zu verwalten, wozu beispielsweise das Erstellen von Lieferscheinen oder die Berechnung der Transportkosten zählt (Schulte 2009, S. 540). Während in der Lagerabwicklung alle Bestands- und Materialbewegungen erfasst und verwaltet werden, dient die Produktionsabwicklung der Erfassung und Verwaltung aktueller Produktionsaufträge, -daten sowie -informationen (Kuhn und Hellingrath 2002, S. 153). Letzter Aufgabenbereich der operativen Ebene und somit des gesamten Aufgabenmodells bildet das Supply Chain Event Management, bei dem die Supply-Chain-Aktivitäten permanent überwacht werden, um so möglichst in Echtzeit Transportengpässe oder Produktionsausfälle aufzudecken und Out-of-Stock-Situationen zu vermeiden (Werner 2013, S. 85).

Abschließend soll noch darauf hingewiesen werden, dass einige Autoren auch die Produktentwicklung zu den Aufgaben des SCM zählen, welche im betrachteten Aufgabenmodell keine Berücksichtigung findet (Fandel et al. 2009, S. 16). Dabei kann nach Fandel et al. (2009, S. 4) die unternehmensübergreifende Zusammenarbeit durch eine fertigungs-, montage- und recyclinggerechte Konstruktion, Reduzierung der Produktkomplexität, Standardisierung von Produkten sowie die Integration von Lieferanten zur parallelen Durchführung von Entwicklungs-, Planungs- und Produktionsaufgaben zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit der gesamten Supply Chain führen.

### 2.1.3 Kostenarten der Beschaffung

Als theoretische Grundlage werden im Weiteren die verschiedenen Kostenarten, die im Rahmen der Beschaffungsplanung relevant sind, vorgestellt. Im Wesentlichen sind dabei die vier Kostenarten Anschaffungskosten, Bestellabwicklungskosten, Lagerhaltungskosten sowie Fehlmengenkosten zu berücksichtigen (Arnolds et al. 2016, S. 7ff). Die Anschaffungskosten ergeben sich aus der Multiplikation der Bestellmenge mit dem Einstandspreis (Thommen et al. 2017, S. 159). Im Einstandspreis werden neben des Bruttoeinkaufspreises eines Beschaffungsobjektes alle gewährten Rabatte sowie Preisnebenkosten berücksichtigt, die bis zum Eingang des Objekts im Unternehmen anfallen (Kreuzpointner und Reißer 2006, S. 54). Die anfallenden Nebenkosten können je nach Angebot variieren, bei Produktionsmaterialien setzen sie sich beispielsweise aus Transport-, Verpackungs-, Kurssicherungs- und Versicherungskosten sowie Zöllen zusammen (Schuh 2014, S. 239). Die Bestellabwicklungskosten sind unabhängig von der Bestellmenge und auf innerbetriebliche Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Beschaffung, wie z. B. Angebotseinholung und -prüfung, Bedarfsmeldungen und Warenannahme (Kontrolle), zurückzuführen (Thommen et al. 2017, S. 159). Nach Arnolds et al. (2016) setzen sich die Lagerhaltungskosten weiterhin aus den Kosten der reinen Lagerhaltung, wozu Raumkosten und Kosten der Lagereinrichtung zählen, sowie aus Kosten aus den Lagerbeständen zusammen, die sich aus dem wertmäßigen Aspekt der gelagerten Güter ergeben. Die wertmäßigen Aspekte beziehen sich auf die Verzinsung und Versicherung des im Lager gebundenen Kapitals sowie Kostenbelastungen aus Schwund, Verderb und Alterung (Arnolds et al. 2016, S. 9). In der Regel werden die Lagerhaltungskosten in einem Lagerhaltungskostensatz zusammengefasst, der den prozentualen Anteil der Lagerkosten auf den Wert der im Lager befindlichen Güter, darstellt

(Kämmerer 2019, S. 46; Wannenwetsch 2008, S. 71). Wenn keine Daten zur Bestimmung des Lagerhaltungskostensatzes vorliegen, ist nach Kämmerer (2019, S. 47) eine Annahme von 20 bis 25 Prozent zu empfehlen. Die Fehlmengenkosten umfassen Kosten, die entstehen, wenn Erzeugnisse zum Bedarfszeitpunkt nicht zur Verfügung stehen (Arnolds et al. 2016, S. 9f.). Sie entstehen durch Preisdifferenzen, die sich bei der Beschaffung der Fehlmengen z.B. durch teurere Güter ergeben, Konventionalstrafen bei Nichtlieferung, Auftragsverluste und dadurch entgangene Gewinne, Goodwill-Verluste sowie Kosten einer Produktionsunterbrechung (Thommen et al. 2017, S. 159).

## 2.2 Definition des Umweltbegriffs

Weit gefasst wird unter dem Begriff Umwelt die „*Umgebung eines Systems oder einer Lebensseinheit, welche(s) mit dieser in wechselseitigen Beziehungen steht*“ verstanden (Brich 2014, S. 3217). Nach Hansmann (1998, S. 5) lässt sich die für Unternehmen relevante Umwelt jedoch weiter in zwei wesentliche Umweltsegmente unterschieden, nämlich die vom Menschen geschaffene, „anthropogene“ Umwelt und die natürliche bzw. ökologische Umwelt. Während bei der „anthropogenen“ Umwelt weiter zwischen der sozio-kulturellen, politisch-rechtlichen, technologischen, und ökonomischen Umwelt unterschieden wird, besteht die natürliche Umwelt aus den Elementen Luft, Boden, Wasser und Lebewesen (Tier- und Pflanzenwelt sowie Menschheit) sowie den Beziehungen zwischen diesen Elementen (Friedemann 1998, S. 10f.). Für ein einheitliches begriffliches Verständnis wird im Rahmen dieser Arbeit der Begriff Umwelt als Synonym für die natürliche bzw. ökologische Umwelt verstanden.

## 2.3 Umweltrelevanz des Supply Chain Managements

Nach Sommer (2007, S. 83ff) können Supply Chains grundsätzlich vielfältige Auswirkungen auf die Umwelt haben. Das Ausmaß dieser Auswirkungen wird von drei Umweltrelevanzfeldern beeinflusst, dem SC-Design, den Transformationsprozessen, wie Transport, Umschlag und Lagerung, sowie dem Endprodukt der Supply Chain, also der Produktgestalt. Diese Umweltrelevanzfelder beeinflussen sich gegenseitig. So ist das Transportaufkommen in globalen Supply Chains beispielsweise höher als in lokalen. (Sommer 2007, S. 83ff)

Hinsichtlich negativer Auswirkungen auf die Umwelt haben insbesondere die Transportvorgänge zwischen den einzelnen Stufen einer Supply Chain Relevanz (Tenerowicz 2011, S. 44ff; Werner 2013, S. 217). So sind nach IPCC (2014, S. 603ff) 23 Prozent aller im Jahr 2010 weltweit ausgestoßenen Treibhausgasemissionen dem Transport, davon ca. 45 Prozent dem Güterverkehr, zuzurechnen (IPCC 2014, S. 603ff). Dabei wird nach IPCC der Klimawandel und die Erhöhung der mittleren Erdtemperatur wesentlich durch den vom Menschen verursachten Anstieg der Treibhausgase (THG) beeinflusst (Kohl 2008, S. 1ff). Treibhausgase absorbieren die von der Erde reflektierte solare Energie und erwärmen so die Atmosphäre, womit die Temperatur auf der Erde konstant gehalten wird (Sturm

und Vogt 2018, S. 139ff). Ein Anstieg der Treibhausgase in der Atmosphäre führt jedoch dazu, dass mehr Energie festgehalten wird und die Erdtemperatur steigt (Sturm und Vogt 2018, S. 139ff). Zu den wichtigsten Treibhausgasen zählen die natürlich vorkommenden Gase wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Distickstoffoxid, Ozon, Wasserdampf und Methan sowie die in der Natur nicht vorkommenden Fluorkohlenwasserstoffe (Kranke et al. 2011, S. 20). Den größten Anteil der Treibhausgase hat CO<sub>2</sub>, das bei der Zellatmung von Lebewesen, aber insbesondere auch bei der Nutzung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdgas und Öl freigesetzt wird (Lochmahr und Boppert 2014, S. 15ff). Zu den negativen Folgen des Klimawandels, die die gesamte Weltbevölkerung betreffen, zählen unter anderem der Anstieg des Meeresspiegels, der Gletscherschwund oder die Zunahme von Wetterextremen (Sturm und Vogt 2018, S. 147ff). Die durch Transporte ausgestoßenen THG-Emissionen haben sich seit 1970 mehr als verdoppelt (IPCC 2014, S. 603ff). Der THG-Ausstoß ist damit trotz technologischer Fortschritte schneller angestiegen als in allen anderen energieverbrauchenden Sektoren (IPCC 2014, S. 603ff). Dieser Anstieg ist auf die Zunahme des Transportaufkommens zurückzuführen, die auch durch verschiedene Trends des SCM, wie die globale Verteilung von Standorten und Wertschöpfungspartnern oder sinkende Fertigungstiefen, und der damit verbundenen längeren Transportwege beeinflusst wird (Schulz 2014, S. 227). Neben des Ausstoßes an THG-Emissionen stellen der Ausstoß an Luftschadstoffen, insbesondere Feinstaub, und die damit einhergehende Luftverschmutzung ein wichtiger Umweltaspekt im Transportbereich dar (Clausen und Geiger 2013, S. 22). Luftschadstoffe können dabei laut Wellburn (1997, S. 1ff) zu diversen negativen Auswirkungen auf den Menschen, Tiere, Pflanzen, Gewässer und Böden führen. So können erhöhte Feinstaubbelastungen beim Menschen Atemwegserkrankungen verursachen sowie das Herzkreislaufsystem beeinträchtigen (Clausen und Geiger 2013, S. 22). Aufgrund der negativen Auswirkungen der genannten Umweltaspekte auf Klimawandel und Luftverschmutzung sowie einer weiter prognostizierten Zunahme des Transportaufkommens zeigt sich gerade im Transportbereich ein Handlungsbedarf einer Umweltorientierung (BMVI 2018, S. 7; Lochmahr 2016, S. 6).

Darüber hinaus entstehen auch bei der Lagerung von Gütern Umweltbelastungen (Nagel 2011, S. 57). Einerseits werden durch die Errichtung der erforderlichen Lagerinfrastruktur natürliche Flächen beansprucht sowie Ressourcen benötigt, andererseits wird durch den Betrieb der Lager und der notwendigen Lagerprozesse Energie verbraucht und somit Emissionen ausgestoßen (Nagel 2011, S. 57). Von nennenswerter Energierelevanz sind Lager nach Kals (2017, S. 341) aber nur, wenn die Lagerung der Güter besondere klimatische Bedingungen (z. B. Kühl- und Tiefkühlager in der Lebensmittelindustrie) erfordert.

## 2.4 Green Supply Chain Management

### 2.4.1 Begriffsdefinition, Ziele und Aufgaben

Zwar gibt es Autoren wie Werner (2013, S. 33), die ökologische Ziele auch beim SCM einbeziehen, grundsätzlich stellt der Umweltschutz im SCM jedoch kein vorrangiges Ziel

dar (Sommer 2007, S. 83ff). Vielmehr stehen das wirtschaftliche Handeln und ökonomische Ziele im Fokus der Betrachtung (Gregori und Wimmer 2011, S. 42f.). Ein Ansatz, der diese ökonomische Perspektive um eine ökologische Perspektive erweitert, ist das Green Supply Chain Management (Ebinger et al. 2006, S. 251). Das GSCM beruht auf dem SCM und integriert eine umweltorientierte Perspektive in die Aufgaben des SCM (Srivastava 2007, S. 54f.). Ziel des GSCM ist es, die genannten negativen Umweltaspekte einer Supply Chain zu reduzieren (Gregori und Wimmer 2011, S. 42f.).

Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass ökonomische Aspekte weiterhin eine wichtige Zielgröße darstellen. So kann die Umsetzung von umweltorientierten Maßnahmen zwar einerseits zu Kosteneinsparungen führen, andererseits jedoch im Konflikt zu den ökonomischen Zielen stehen. Unternehmen müssen daher Strategien entwickeln, um sowohl ökonomische als auch ökologische Aspekte zu integrieren. (Ebinger et al. 2006, S. 256f.)

Ebenso wie das SCM kennzeichnet sich das GSCM durch interne wie unternehmensübergreifende Aktivitäten und bezieht alle Stufen einer Supply Chain, sowohl die einem Unternehmen vorgelagerten als auch nachgelagerten, mit in die Betrachtung ein (Sarkis und Dou 2018, S. 10). So sind beispielsweise bei der Beschaffung von Gütern nicht nur die vom direkten Lieferanten und bei dem zwischenbetrieblichen Transport verursachten Umweltauswirkungen zu berücksichtigen, sondern auch die Umweltauswirkungen aller Vorlieferanten und aller vorgelagerten Transporte (Haubach 2013, S. V). So können z. B. bei einer lokalen Beschaffung eines Zwischenproduktes mehr Emissionen durch Transporte ausgestoßen werden als bei einer globalen Beschaffung, wenn die vorgelagerten Transportketten kurz sind.

#### **2.4.2 Abgrenzung des Green Supply Chain Managements**

Neben dem Begriff GSCM wird auch der Begriff des Environmental Supply Chain Managements für die Integration von ökologischen Zielen in das SCM verwendet (Sundram et al. 2018, S. 97). Da in der Literatur der Begriff GSCM häufiger genutzt wird, wird dieser auch im Rahmen dieser Arbeit verwendet. Weiterhin wird häufig der Begriff Sustainable Supply Chain Management (SSCM) synonym für GSCM verwendet (Rabe und Deininger 2012, S. 297). Allerdings geht das SSCM über das GSCM hinaus. So erweitert das SSCM die Zielgrößen der Ökonomie und Ökologie des GSCM um den Fokus auf soziale Aspekte (Wittstruck und Teuteberg 2010, S. 142). Zu den sozialen Aspekte, die beim SSCM fokussiert werden, zählen beispielsweise Gesundheitsschutz, Kinder- und Zwangsarbeit sowie Menschenrechte (Schaltegger und Harms 2010, S. 23). Viele Aspekte des SSCM sind dabei von qualitativer Natur und somit nur schwer messbar und quantifizierbar (Wittstruck und Teuteberg 2010, S. 142).

#### **2.4.3 Treiber und Barrieren**

Nach Straube et al. (2009, S. 219) berücksichtigen Entscheidungsträger im SCM bisher häufig noch keine Umweltaspekte. Ein wesentlicher Grund hierfür stellt nach Studien von Tenerowicz (2011, S. 16ff) und Bearing Point Inc (2008, S. 7) der Mangel an Informationen



über mögliche Maßnahmen zur Reduzierung der negativen Auswirkungen dar. Nach Lee (2008), S. 186) fehlt es gerade kleinen und mittleren Unternehmen an Informationen und Wissen, um negative Umweltauswirkungen zu reduzieren. In der Studie von Tenerowicz (2011, S. 17) wird weiterhin angeführt, dass umweltorientierte Strategien von Unternehmen häufig mit einem größeren Aufwand als Nutzen verbunden werden, auch wenn ökologische Maßnahmen gerade langfristig nicht gleichzeitig mit ökonomischen Nachteilen verbunden sind. Als weiterer Beweggrund für die Nichtverfolgung umweltorientierter Strategien wird in der Studie von Tenerowicz (2011, S. 16ff) ein mangelndes Verlangen nach umweltorientierten Strategien von Geschäftspartnern angeführt.

Dem betrachteten Handlungsbedarf ist jedoch auch eine wachsende Anzahl an Unternehmen gegenüberzustellen, die Umweltaspekte in ihren Entscheidungen berücksichtigen (Schuh und Andreae 2013, S. I). Einen Treiber für die wachsende Bedeutung von ökologischen Aspekten stellen die Endkunden dar, die zunehmend die Umweltverträglichkeit von Produkten und Dienstleistungen bei ihrer Kaufentscheidung einbeziehen (Zimmer 2016, S. 22). Als weitere Gründe werden steigende Energie- und Treibstoffkosten, die sich durch die Verknappung von Ressourcen ergeben, sowie die durch die Berücksichtigung von Umweltaspekten erwarteten Wettbewerbsvorteile gegenüber der Konkurrenz genannt (Straube et al. 2009, S. 208f.; Tenerowicz 2011, S. 18). Nach Nagel (2011, S. 127) sind darüber hinaus gesetzliche Regelungen und Vorschriften sowie Regulierungsmaßnahmen wesentliche Treiber für eine Umweltorientierung. Ein Beispiel für eine Regulierungsmaßnahme ist die emissionsabhängige Autobahnmaut, die den Umstieg auf neuere, umweltfreundlichere Fahrzeuge fördert (Straube et al. 2009, S. 209f.). Weiterhin nehmen Nicht-Regierungsorganisationen durch öffentliche Kritik am umweltschädlichen Verhalten eines Unternehmens Einfluss auf das Bewusstsein der Kunden und der Unternehmen selbst und fördern so die Verfolgung von Umweltstrategien (Nagel 2011, S. 129).

#### **2.4.4 Handlungsmaßnahmen des Green Supply Chain Managements**

Aufgrund des besonderen Handlungsbedarfs, die negativen Umweltaspekte im Transportbereich zu reduzieren, werden im Folgenden vor allem Maßnahmen zur Reduzierung der negativen Umweltauswirkungen von Transporten näher betrachtet. Zur Vollständigkeit werden am Ende des Abschnitts auch Maßnahmen vorgestellt, die zur Reduzierung der weiteren relevanten Umweltaspekte des SCM beitragen können.

Zur Reduzierung der negativen Auswirkungen von Transporten bestehen nach Wittenbrink (2015, S. 13) grundsätzlich die vier Ansätze Vermeiden, Verlagern, Vermindern sowie Kompensieren. Während beim Kompensieren Zahlungen an Umweltschutzprojekte getätigt werden, um so Emissionen, die sich nicht minimieren lassen, auszugleichen, zielt der Ansatz des Vermeidens darauf ab, die Verkehrsnachfrage zu reduzieren. Dies stellt keine einfache Aufgabe dar, da die Verkehrsnachfrage von vielen Faktoren beeinflusst wird, beispielsweise von der Fertigungstiefe oder der geografischen Verteilung der Lieferanten und Empfänger. Eine Maßnahme zur Vermeidung von Verkehren bildet eine hohe Bündelung von Transporten, die den Einsatz möglichst großer Fahrzeuge mit hoher Auslastung bedeutet. So verbraucht ein Fernverkehrs-LKW für den Transport von 25 Tonnen ca. 33 bis

35 Liter je km, während Nutzfahrzeuge mit einer Nutzlast von 1,5 Tonnen einen Verbrauch von knapp 12 Litern aufweisen. Der anteilige Energieverbrauch und Schadstoffausstoß ist damit beim Nutzfahrzeug fast sechs Mal so hoch wie beim Fernverkehrs-LKW. (Wittenbrink 2015, S. 13ff)

Eine Möglichkeit für das Erreichen einer hohen Bündelung bietet die Bestellmengenoptimierung, bei der kleine Losgrößen zeitlich gebündelt werden, um die Transportkapazitäten voll auszulasten. Die zeitliche Bündelung des Bedarfs führt allerdings aufgrund der geringeren Bestellfrequenzen zu höheren Lagerbeständen und damit höheren Lagerhaltungskosten. Wenn Lieferanten jedoch ihre Rabattstrukturen auf die Kapazitäten der Transportmittel ausrichten, können zugleich Transportkosten eingespart werden. Höhere Auslastungen können des Weiteren durch unternehmensübergreifende Kooperationen, die z. B. über Frachtbörsen abgewickelt werden, erreicht werden. (Bretzke 2014, S. 281f.; Koch 2012, S. 301)

Nach Matzen und Tesch (2017, S. 349) stellt die Local-Sourcing-Beschaffungsstrategie durch die Reduzierung der Transportwege gegenüber einer globalen Beschaffung eine weitere wirkungsvolle Maßnahme dar, um Transporte zu vermeiden. Auf strategischer Ebene können weiterhin durch eine Gegenbewegung vom Trend hin zu Zentrallagern zurück zu Regionallagern Transportwege verkürzt und der Transportaufwand reduziert werden, da Transporte mit kleinen Losgrößen vermieden werden (Tenerowicz 2011, S. 47).

Neben der Transportentfernung und der transportierten Menge hat das eingesetzte Transportmittel einen großen Einfluss auf die Umweltauswirkungen, die von Transporten ausgehen (Lochmahr und Boppert 2014, S. 83). Somit stellt die Verlagerung auf umweltfreundlichere Verkehrsträger neben der Vermeidung einen weiteren Ansatzpunkt einer Umweltorientierung dar (Wittenbrink 2015, S. 21). Mit einem Anteil von über 70 Prozent am Modal Split ist die Straße der am meisten genutzte Verkehrsträger, während die Schiene ca. 18 Prozent und die Binnenschifffahrt knapp 10 Prozent der Güter transportieren (Fraunhofer IML 2011, S. 22f). Dabei weisen die Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff, wie Tabelle 2.1 zeigt, einen wesentlich geringeren Ausstoß an THG-Emissionen auf. Der geringere Schadstoffausstoß von Schiene und Schiff je Tonnenkilometer (tkm) ist auf die hohe Massenleistungsfähigkeit dieser Verkehrsträger zurückzuführen. Ein besonders hoher Ausstoß an Treibhausgasen wird darüber hinaus von Lufttransporten verursacht (vgl. Tabelle 2.1). Gründe für den hohen Anteil des Straßengüterverkehrs sind insbesondere die höhere Schnelligkeit, zeitliche Flexibilität und Netzbildungsfähigkeit gegenüber den Verkehrsträgern Binnenschiff und Schiene (Wittenbrink 2015, S. 22). Eine Maßnahme zur Vereinigung der Vorteile der verschiedenen Verkehrsträger stellt der kombinierte Verkehr dar, bei dem die Güter in der gleichen Ladeinheit, häufig Container oder Wechselbrücken, auf verschiedenen Transportmitteln befördert werden (Koch 2012, S. 296f.). In der Regel wird beim kombinierten Verkehr der Vor- und Nachlauf eines Transports über die Straße abgewickelt, während der Hauptlauf über eine große Entfernung beispielsweise per Schiff oder Schiene durchgeführt wird (Wittenbrink 2015, S. 24f.). Vorteile ergeben sich beim kombinierten Verkehr des Weiteren dadurch, dass die im Vor- und Nachlauf eingesetzten Fahrzeuge ein Gesamtgewicht von 44 Tonnen statt 40 Tonnen haben dürfen, die eingesetzten Fahrzeuge

von der Kfz-Steuer befreit sind sowie Mautgebühren nur im Hauptlauf anfallen (Muchna et al. 2018, S. 147). Demgegenüber erfordern kombinierte Verkehre Umschlagprozesse zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern, die mit einem zeitlichen Aufwand sowie Kosten verbunden sind (Koch 2012, S. 297).

**Tabelle 2.1: Durchschnittlicher Ausstoß an THG-Emissionen der Verkehrsträger je tkm nach Kranke et al. (2011, S. 118)**

Lkw	E-Güterzug	Binnenschiff	Seeschiff	Flugzeug
67,2 g	18,5 g	16,6 g	14,8 g	538,5 g

Da sich nicht alle Verkehre vermeiden oder verlagern lassen und ein Großteil der transportbedingten Emissionen durch den Straßengüterverkehr verursacht werden, stellen Maßnahmen zur Verminderung der Emissionen in diesem Bereich einen weiteren Ansatzpunkt dar (Koch 2012, S. 307). Eine mögliche Maßnahme ist der Umstieg auf alternative Antriebstechniken wie Erdgas, Hybrid, Elektro oder Wasserstoff, die bis dato jedoch lediglich eine Alternative für Kurzstrecken sowie leichte bis mittelschwere Nutzfahrzeuge darstellen (Gregori und Wimmer 2011, S. 105). Ein vollständiger Verzicht auf den Dieselantrieb ist bei schweren Nutzfahrzeugen somit kurz- bis mittelfristig nicht absehbar (Lohre et al. 2011, S. 14). Eine kurzfristige Alternative zum konventionellen Diesel, die zu geringerem CO<sub>2</sub>-Ausstoß führt, ist der Biodiesel (Lohre et al. 2011, S. 14). Da Biodiesel jedoch mithilfe von pflanzlichen Rohstoffen hergestellt wird, die auch für die Nahrungsmittelproduktion benötigt werden, ist dessen Einsatz umstritten (Kals 2017, S. 350). Neben der Antriebstechnik und Kraftstoffart bieten verschiedene Maßnahmen zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs Potenziale zur Einsparung von Emissionen. Hierzu zählen Maßnahmen wie die Reduzierung des Rollwiderstands, Fahrerschulungen, aerodynamische Optimierung, Telematik- und Reifenfülldrucksysteme (Wittenbrink 2015, S. 42). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Einsparungspotenziale dieser Maßnahmen (z. B. Telematik und Fahrerschulung) nicht kumuliert werden können (Wittenbrink 2015, S. 39).

Über den Transportbereich hinaus können im SCM noch weitere Handlungsmaßnahmen angewandt werden, um die negativen Umweltauswirkungen zu reduzieren. So können beispielsweise verschiedene Techniken wie z. B. Lichtsysteme mit Bewegungsmeldern, Energieüberwachungssysteme sowie moderne Heiz- und Kühlsysteme eingesetzt werden, um eine höhere Energieeffizienz in den Lagern zu erreichen und somit den Emissionsausstoß zu verringern. Einen weiteren Ansatzpunkt einer Umweltorientierung stellen Verpackungen dar, die für das Herstellen von Transport- und Lagerfähigkeit erforderlich sind. So können beispielsweise durch eine optimierte Gestaltung der Verpackung der Verbrauch an Materialien vermieden oder vermindert und somit Abfälle eingespart werden. Ebenso können durch den Einsatz von Mehrwegverpackungssystemen Abfälle reduziert und Ressourcen geschont werden. Auch durch die Substitution schädlicher Stoffe durch weniger schädliche sowie durch den Einsatz erneuerbarer Stoffe können negative Umweltauswirkungen reduziert werden. (Deckert 2016), S. 12ff)

Nach Kersten et al. (2011, S. 58) können des Weiteren auch schon bei der Produktgestaltung verschiedene Aspekte berücksichtigt werden, um negative Umweltauswirkungen

zu reduzieren. Durch die Minimierung des Produktgewichts und -volumens kann so z. B. eine höhere Transportbündelung erreicht werden (Kersten et al. 2011, S. 58). Außerdem können, wie bei Verpackungen, auch bei der Produktgestaltung umweltverträgliche und regenerierbare Einsatzstoffe eingesetzt werden (Sommer 2007, S. 87).

## 2.5 Methoden zur Berechnung von Treibhausgasemissionen im Transportbereich

Wie in Abschnitt 2.3 gezeigt wurde, haben im SCM insbesondere die Transportvorgänge zwischen den einzelnen Stufen einer Supply Chain und die dabei ausgestoßenen THG-Emissionen negative Auswirkungen auf die Umwelt. Daher werden im Folgenden Methoden erarbeitet mittels derer die bei Transporten anfallenden THG-Emissionen berechnet werden können.

Bei der Berechnung der Emissionen wird zwischen verschiedenen Betrachtungsgrenzen unterschieden. Während bei der Tank-to-Wheel-Betrachtung (TTW) die Emissionen berücksichtigt werden, die direkt bei dem Betrieb eines Fahrzeugs ausgestoßen werden, werden in der Well-to-Tank-Betrachtung alle indirekten Emissionen einbezogen, die in vorgelagerten Prozessen von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verteilung eines Energieträgers anfallen. In der Well-to-Wheel-Betrachtung (WTW) werden weiterhin die direkten und indirekten Emissionen vereinigt. (Clausen und Geiger 2013, S. 26f)

Nach Kranke et al. (2011, S. 119) sollten beim Vergleich von Transportketten immer die Gesamtemissionen (WTW) gegenübergestellt werden. Werden ausschließlich die direkten Emissionen (TTW) betrachtet, ist beispielsweise kein Vergleich eines dieselbetriebenen LKW und einer Elektrolokomotive möglich, da beim Stromantrieb keine direkten Emissionen ausgestoßen werden (Kranke et al. 2011, S. 119).

Ohne die Kenntnis von Daten, wie beispielsweise die Fahrzeugart oder Auslastung, ist nach Kranke et al. (2011, S. 117f.) eine Bestimmung von den Emissionen eines Transportes über die Multiplikation der Transportentfernung mit einem Durchschnittswert wie der in Tabelle 2.1 für die verschiedenen Verkehrsträger dargestellten THG-Emissionen je Tonnenkilometer (tkm). Die THG-Emissionen werden dabei in Form sogenannter CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>e) ausgewiesen, die neben den CO<sub>2</sub>-Emissionen auch die weiteren genannten klimarelevanten Gase berücksichtigen (Kranke et al. 2011, S. 66). Derzeitig gültige Standards empfehlen die Ermittlung aller THG in Form der CO<sub>2</sub>-Äquivalente, da manche Gase wie Methan oder Lachgas eine größere Klimawirkung haben als CO<sub>2</sub> (Schmied und Knörr 2013, S. 18).

Die Berechnung anhand der Durchschnittswerte bietet allerdings lediglich einen Anhaltspunkt, da keine Details eines Transportes berücksichtigt werden. Empfohlen wird daher die Berechnung auf Basis der Norm DIN EN 16258, bei der eine Umrechnung des Energieverbrauchs über einen Umrechnungsfaktor erfolgt (Formel 2.5). Die Berechnung von CO<sub>2</sub>e-Emissionen eines Transports erfordert, neben des CO<sub>2</sub>e-Umrechnungsfaktors für den jeweiligen Energieträger, den Energieverbrauch des eingesetzten Transportmit-

tels. Die Norm DIN EN 16258 schreibt diesbezüglich vor, aufgrund deren Exaktheit wenn möglich auf gemessene Werte zurückzugreifen. Liegen jedoch keine Messwerte vor, besteht die Möglichkeit, standardisierte Werte für die Berechnung einzubeziehen. Zur Berechnung der Energieverbräuche anhand von standardisierten Werten kann für die unterschiedlichen Verkehrsträger auf verschiedene Formeln zurückgegriffen werden, die im Folgenden kurz betrachtet werden. (Kranke et al. 2011, S. 122ff)

$$EM_{CO_2e} = FCO_2 * EV \quad (2.1)$$

mit:  $EM_{CO_2e}$  = Emissionen von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (kg)  
 $FCO_2e$  = CO<sub>2</sub>e-Umrechnungsfaktor (kg CO<sub>2</sub>e je l Diesel)  
 $EV$  = Energieverbrauch (l Diesel)

Die Berechnung der Energieverbräuche kann unabhängig vom Verkehrsträger sowohl ohne als auch mit Detailkenntnissen erfolgen. Die Ermittlung ohne Detailkenntnisse basiert auf einem spezifischen Energieverbrauch des jeweiligen Verkehrsträgers. Formel 2.2 zeigt die Berechnungsgrundlage für die Ermittlung des Energieeinsatzes ohne Detailkenntnisse für den Verkehrsträger Straße. Die Berechnung für die übrigen Verkehrsträger erfolgt analog unter Berücksichtigung des jeweiligen Kraftstoffes. Die spezifischen Energieverbräuche basieren auf Verbrauchsdaten sowie durchschnittlichen Auslastung- und Leerfahrtenanteilen. Bei dem Verkehrsträger Straße werden je nach Wahl des Fahrzeugtyps, Güterart (Volumengut, Durchschnittsgut und Massengut) sowie Topographie unterschiedliche Durchschnittswerte einbezogen. Bei dem Verkehrsträger Schiene wird neben der Topographie und der Güterart zwischen der Zuglänge und der Antriebsart differenziert. Bei den Verkehrsträgern Binnen- und Seeschiff erfolgt die Unterscheidung hinsichtlich des Schiffstyp, der auf einer Handelsroute vorwiegend eingesetzt wird, sowie ebenso der Güterart, während bei der Luftfracht zwischen Flugzeugtyp (Passagier- oder Frachtflugzeug) und der Entfernung, also Mittel- oder Langstrecke, unterschieden wird. (Kranke et al. 2011, S. 122ff)

$$EV_{Lkw} = m * D * EV_{spez} \quad (2.2)$$

mit:  $EV_{Lkw}$  = Dieserverbrauch des Lkw (l)  
 $m$  = Gewicht der Sendung (t)  
 $D$  = Transportdistanz (km)  
 $EV_{spez}$  = spezifischer Energieverbrauch (l Diesel pro tkm)

Zur Gewährleistung einer hohen Genauigkeit des Energieverbrauchs sollten möglichst viele Detailkenntnisse in die Berechnung einbezogen werden. Formel 2.3 bietet die Grundlage für das Einbeziehen der tatsächlichen Auslastung eines Transportes im Straßengüterverkehr. Basis für die Berechnung anhand dieser Formel bilden die Verbräuche eines Fahrzeugs bei Vollausslastung und bei einer Nutzlast von null sowie das Gewicht der Zuladung. (Kranke et al. 2011, S. 122ff)

$$EV_{Lkw} = EV_{leer} + (EV_{voll} - EV_{leer}) * \frac{m}{NL_{max}} * D \quad (2.3)$$

mit:  $EV_{Lkw}$  = Dieserverbrauch des Lkw (l)

$EV_{leer}$  = Dieserverbrauch des Lkw bei Nutzlast = 0 t (1 Diesel pro 100 km)

$EV_{voll}$  = Dieserverbrauch des Lkw bei Nutzlast = max. (1 Diesel pro 100 km)

$m$  = Gewicht der Sendung (t)

$D$  = Transportdistanz (km)

$NL_{max}$  = max. Nutzlast des LKW (t)

Eine noch größere Genauigkeit bei der Berechnung des Energieverbrauchs wird durch das Einbeziehen des Leerfahrtenanteils erreicht. Auf die Vorstellung der entsprechenden Formel wird jedoch verzichtet, da diese im Rahmen dieser Arbeit keine Berücksichtigung findet. Weiterhin wird die Berechnung des Energieverbrauchs mit Detailkenntnissen der Verkehrsträger Schiene, Binnen- und Seeschiff sowie Luft im Rahmen dieser Arbeit nicht näher betrachtet, da die erforderlichen Informationen in der Regel nicht bekannt sind und daher ebenso nicht berücksichtigt werden. (Kranke et al. 2011, S. 122ff)

Für die Berechnung von Emissionen, die bei Transporten ausgestoßen werden, können weiterhin verschiedene Berechnungstools verwendet werden. Ein frei zugängliches Berechnungstool bildet beispielsweise EcoTransIt, das die Berechnung von Energieverbrauch und Emissionen für die genannten Verkehrsträger unter Angabe des Start- und Zielorts, eines Fahrzeugtyps sowie der transportierten Menge ermöglicht. Diese Berechnungen können dabei auch für multimodale Transportketten durchgeführt werden, während das Tool zudem die zurückgelegten Entfernungen der jeweiligen Verkehrsträger ausgibt. (Kranke et al. 2011, S. 311)

# 3 Lehr- und Lernmethode Planspiel

In diesem Kapitel werden die Grundlagen für die eigentliche Entwicklung des Planspiels geschaffen. Um ein einheitliches Verständnis der Lehr- und Lernmethode zu gewährleisten, wird so zunächst der Begriff Planspiel definiert. Des Weiteren werden die Lernchancen der Planspielmethode sowie die verschiedenen Arten von Planspielen ausgearbeitet, die bei der Planspielentwicklung einzubeziehen sind. Darüber hinaus wird der grundlegende Aufbau von Planspielseminaren vorgestellt und untersucht, welchen Schritten bei der Planspielentwicklung zu folgen ist. Zum Abschluss des Kapitels werden Planspiele ermittelt, die bereits Umweltaspekte im SCM berücksichtigen, sowie die theoretischen Grundlagen zur Implementierung computerunterstützter Planspiele erarbeitet.

## 3.1 Begriffsdefinition

Beim Planspiel handelt es sich um eine Lehr- und Lernmethode, die in der Schule und Hochschule sowie in Unternehmen Anwendung findet und auch wegen der schnellen Weiterentwicklung des Computers zunehmend eingesetzt wird (Blötz 2015, S. 35f.). Nach Cecchini (1988), Geuting (2000) oder Kriz (2009) wird die Planspielmethode im Wesentlichen durch die drei Komponenten Simulation, Spiel und Rolle charakterisiert.

Simulation bezeichnet die Abbildung der Realität in einem Modell (Engelhardt-Nowitzki et al. 2008 S. 36). Mithilfe von Simulationen werden Systemabläufe nachgebildet und untersucht, die bei einer realen Durchführung beispielsweise zu hohen Kosten, Zeitaufwänden oder Gefahren führen würden (Kriz 2009, S. 560). In rein wissenschaftlichen Simulationen sind die beteiligten Personen Beobachter, die Auswirkungen am Modell durch systematische Veränderungen von Parametern simulieren (Schwägele 2015, S.47). Wie rein wissenschaftliche Simulationen basieren auch Planspiele auf Modellen, die die Realität abbilden (Trautwein 2011, S. 59). Jedoch integrieren Planspiele auch die Komponente des Spiels (Schwägele 2015, S. 47). Dies bedeutet, dass die Teilnehmer Teil des Modells sind und das Geschehen der abgebildeten Realität selbst beeinflussen können (Tramm 1996, S. 66). Die Handlungsoptionen der Teilnehmer werden dabei durch Spielregeln begrenzt, die mehr oder weniger stark ausgeprägt sein können (Kriz 2001, S. 52). Weiterhin nehmen die Teilnehmer während des Planspiels Rollen ein, womit die Planspielmethode auch Komponenten des Rollenspiels in sich vereint (Capaul 2001, S. 147). Während beim reinen Rollenspiel jedoch die Verhaltensweisen der Teilnehmer im Fokus stehen, sind beim Planspiel der Prozess und die Entscheidungen von besonderer Bedeutung (Quilling und Nicolini 2009, S. 81). Die Ausgestaltung der Rollen kann nach Schwägele (2015, S. 49) mehr oder weniger restriktiv sein. So können die Rollen genau definiert (z. B. Bürgermeister, Gemeinderat) oder offener gestaltet werden (z. B. neuer Vorstand eines Unternehmens) (Schwägele 2015, S. 49). Neben den drei vorgestellten Komponenten wird in der Literatur die Fallstudie als weiterer Bestandteil von Planspielen angeführt (vgl. Riedl 2011, S. 271; Capaul und

Ulrich 2003, S. 20). Ausgangspunkt der Fallstudie stellt eine fiktive oder reale Problemsituation aus dem alltäglichen oder beruflichen Handlungsfeld dar (Riedl 2011, S. 271). Ziel dieser Methode ist es, dass die Teilnehmer die Situation analysieren und durch Abwägung alternativer Lösungswege einen Lösungsansatz erarbeiten (Ameln und Kramer 2007, S. 153). Auch Planspiele basieren auf Problemsituationen (Ameln und Kramer 2007, S. 153). Der Unterschied zu reinen Fallstudien liegt jedoch darin, dass die Entscheidungen beim Planspiel spürbare Auswirkungen in dem Modell haben, während die Lösungen bei der Fallstudie nur hypothetisch nachvollziehbar sind (Schwägele 2015, S. 55).

Aufgrund der verschiedenen Komponenten und Bestandteile wird die Planspielmethode auch als Mischform bezeichnet (Geuting 2000, S. 17). So unterscheidet sich die Planspielmethode nach Kriz (2009) zwar einerseits von den genannten Methoden, andererseits stellt sie eine Kombination dieser Methoden dar. Die Ausprägung der jeweiligen Methode kann dabei je nach Planspiel variieren (Kriz 2009, S. 560). Charakteristisch für Planspiele ist, dass die Auseinandersetzung mit den jeweiligen Sachverhalten in der Regel nach Zeiteinheiten oder Spielperioden bzw. -runden gegliedert ist (Capaul und Ulrich 2003, S. 79). Ein Planspiel wird also über mehrere Spielrunden durchgeführt, während die Teilnehmer ihre Entscheidungen für jede Spielrunde treffen und nach jeder Runde Rückmeldung bezüglich ihrer Entscheidungen erhalten (Kern 2003, S. 79ff).

## 3.2 Nutzen der Planspielmethode

Wie in der Einleitung bereits angedeutet wurde, liegt der besondere Nutzen der Planspielmethode in der hohen aktiven Beteiligung der Teilnehmer, die ein Mitdenken, Mitwirken und Mitentscheiden verlangt (Rohn 1980, S. 5). Die Eigenaktivität der Teilnehmer befördert dabei deren Motivation und trägt zu einem Interesse und Spaß am Lernen bei (Rebmann 2001, S. 30).

Des Weiteren stellen Planspiele eine „fehlerfreundliche Umwelt“ dar, wobei Fehler nicht nur erlaubt, sondern sogar erwünscht sind, da Fehler ein wichtiges Durchgangsstadium für einen Erkenntnisgewinn darstellen (Kriz 2001, S. 56; Dörner 1996, S. 308). Die Teilnehmer müssen keine negativen Folgen ihres Handelns für die reale Welt befürchten und können so verschiedene Alternativen testen (Arndt 2008, S. 192). Die Teilnehmer erhalten unmittelbar Feedback auf ihr Handeln, wodurch die Auswirkungen von Entscheidungen sichtbar werden und Fehler erkannt werden können (Trautwein 2011, S. 80). Hinsichtlich des Erkennens von Fehlern ist der Zeiträffereffekt der Planspielmethode hervorzuheben (Kern 2003, S. 98). In der Realität werden Fehler aufgrund eines verzögerten Eintretens von Konsequenzen nicht immer als solche erkannt. Planspiele bieten dagegen die Möglichkeit, längere Zeiträume zu simulieren und somit Fehler zu erkennen, deren Auswirkungen erst nach langer Zeit auftreten (Dörner 1996, S. 308).

Die Lernziele, die mithilfe der Planspielmethode erreicht werden können, können in die verschiedenen Kompetenzbereiche der beruflichen Handlungskompetenz, die zumeist in die vier Bereiche der Fach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz unterteilt wird, eingeglie-



dert werden (Schwägele 2015, S. 110; Kern 2003, S. 101). Berufliche Handlungskompetenz ist eine wesentliche Voraussetzung für den beruflichen Erfolg, weshalb der Erwerb bzw. die Entwicklung dieser Kompetenzen ein wesentliches Ziel eines Hochschulstudiums darstellt (Trautwein 2011, S. 23).

Fachkompetenzen umfassen spezifische Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse, die zur Bearbeitung beruflicher Aufgaben- und Problemstellungen nötig sind (Schwägele 2015, S. 110; Trautwein 2004, S. 35). Hinsichtlich der fachlichen Kompetenzen eignen sich Planspiele nach Rebmann (2001, S. 31) insbesondere zum Erlernen fachlicher Inhalte sowie zum Erwerb von Zusammenhangswissen. Die Inhalte, die mithilfe von Planspielen erlernt werden können, hängen vom konkreten Planspiel ab und können vielfältige Themenbereiche umfassen (Trautwein 2011, S.81f.). Hierbei wird in der Literatur häufig angeführt, dass Planspiele zu einer höheren Behaltensquote beitragen als klassische, passive Lehrmethoden (vgl. Kern 2003, S. 98). Als Gründe hierfür führt Klippert (1996, S. 31f.) die aktive Auseinandersetzung mit dem Lernstoff, die reduzierte Komplexität des Themas in Planspielen sowie die Erlebnissituation, die typisch für Planspiele ist, an.

Sozialkompetenzen *„umfassen Kenntnisse und Fähigkeiten, die uns dazu befähigen, in zwischenmenschlichen Beziehungen angemessen zu kommunizieren und zu handeln“* (Becker et al. 2018, S. 2). In Planspielen arbeiten die Teilnehmer zumeist in Gruppen, weshalb die Planspielmethode insbesondere Potenziale zur Weiterentwicklung der sozialen Kompetenzen der Teilnehmer bietet (Trautwein 2011, S.81f.). Um die Spielziele erreichen zu können, müssen die Teilnehmer innerhalb der Gruppe miteinander kommunizieren und kooperieren sowie gemeinsam Strategien erarbeiten und Entscheidungen treffen (Arndt 2008, S. 192). Dadurch können vor allem die Kommunikations-, Kooperations- sowie Teamfähigkeit der Teilnehmer gefördert werden (Fischer 2006, S. 129). Zudem kommt es in Planspielen häufig zu Konfliktsituationen, deren Bereinigung eine Diskussion von Lösungsvorschlägen sowie das Ausarbeiten von Kompromissen erfordert und damit zur Entwicklung der Argumentationsfähigkeit, des Verhandlungsgeschicks sowie der Kritik- und Kompromissfähigkeit der Teilnehmer beitragen kann (Arndt 2008, S. 192).

Methodenkompetenzen umfassen Fähigkeiten und Fertigkeiten, die dazu befähigen, selbstständig neuartige Aufgaben zu bewältigen (Fischer 2006, S. 98). Die Planspielmethode bietet großes Potenzial zur Entwicklung von Methodenkompetenz, da man ebendiese Kompetenzen nur durch ein selbständiges methodisches Arbeiten und Experimentieren erlangen kann (Klippert 1996, S. 15). So sieht Rebmann (2001, S. 31) in der Planspielmethode insbesondere Potenziale bei dem Erlernen von Arbeitstechniken wie der Arbeitsorganisation und Präsentationstechniken. Nach Beyer und Rathje (2013, S. 212) sind Planspiele zudem dazu geeignet, das zielorientierte bzw. problembasierte Handeln der Teilnehmer zu fördern. Die Teilnehmer müssen in Planspielen Strategien und Ziele festlegen, ihre Entscheidungen reflektieren sowie bei Nichterreichen gegebenenfalls anpassen (Beyer und Rathje 2013), S. 212). So lernen die Teilnehmer die Bedeutung klarer Zielformulierungen zu erkennen (Trautwein 2011, S. 82). Als weitere Methodenkompetenzen, die mithilfe der Planspielmethode entwickelt werden können, nennt Fischer (2006, S. 99) das vernetzte, ganzheitliche,

strategische Denken, das Erkennen von Zusammenhängen sowie das Anwenden von Konzepten auf neue Rahmenbedingungen.

Selbstkompetenz bezeichnet „die Fähigkeit und Bereitschaft, sich selbst im Rahmen einer Arbeitsaufgabe oder Arbeitsgruppe zu entwickeln sowie eigene Begabung, Motivation und Leistungsbereitschaft zu entfalten“ (Trautwein 2004, S. 37). Planspiele bieten nach Klippert (1996, S. 34) hierbei insbesondere die Möglichkeit, das Verantwortungsbewusstsein der Teilnehmer zu entwickeln. Durch das eigenständige Arbeiten übernehmen die Teilnehmer bei der Planspieldurchführung zum einen Selbstverantwortung und zum anderen Mitverantwortung in ihrer Gruppe, da die getroffenen Entscheidungen das Ergebnis der gesamten Gruppe beeinflussen (Klippert 1996, S. 34).

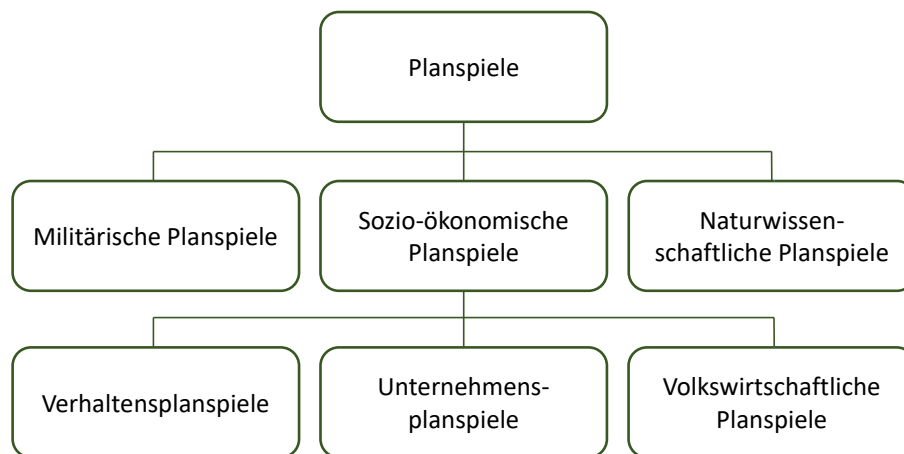
Zum Abschluss dieses Abschnittes sei noch anzumerken, dass bei der Entwicklung von Planspielen viele Freiheitsgrade bestehen, weshalb die konkreten Lernziele eines Planspiels sehr unterschiedlich ausgeprägt sein können (Kern 2003, S. 99f.). Somit stellen die oben aufgeführten Lernziele nur typische Beispiele dar, die in der Praxis je nach Umsetzung des Planspiels auch erweitert werden können. Bei der Auswahl von Lernzielen ist zudem zu beachten, dass in Planspielen zwar häufig eine möglichst große Anzahl an Lernzielen angestrebt wird, die Verfolgung nur weniger Ziele aufgrund der Vermeidung einer Überforderung der Teilnehmer aus pädagogisch-didaktischer Sicht allerdings zu bevorzugen ist (Beyer und Rathje 2013, S. 213).

### 3.3 Klassifizierung von Planspielen

Planspiele können nach verschiedenen Arten und Kriterien unterschieden werden, wobei sich durch deren Kombination eine Vielzahl von Planspielkonfigurationen ergeben können (Blötz 2015, S. 50). Eine erste Klassifizierungsmöglichkeit bildet die Einteilung nach dem Anwendungsbereich (vgl. Abbildung 3.2) (Kern 2003, S. 83). Da es sich beim SCM und GSCM um betriebswirtschaftliche Disziplinen handelt, wird im Weiteren insbesondere auf Klassifizierungsmerkmale von Unternehmensplanspielen eingegangen (Busch und Dangelmaier 2004, S. 28). Hierbei wird sich an der Klassifizierung von Trautwein (2011, S. 60–63) orientiert, die eine Übersicht über die zentralen Merkmale und Ausprägungen von Unternehmensplanspielen bietet.

Der Komplexitätsgrad eines Planspiels wird insbesondere von der Anzahl sowie der Vernetztheit der Entscheidungsparameter beeinflusst (Trautwein 2011, S. 60). Daneben ist die Komplexität von der Schwierigkeit einzelner Entscheidungen abhängig und wird davon beeinflusst, inwiefern Ähnlichkeiten zwischen den Entscheidungen bestehen (Schellhaas 1994, S. 89). In der Literatur wird der Komplexitätsgrad häufig grob in einfach, mittel und hoch eingestuft, die Angabe und Messung des Komplexitätsgrades ist jedoch aufgrund der subjektiven Wahrnehmung der Teilnehmer problematisch (Fischer 2006, S. 105ff.). Hinsichtlich der Komplexität wird weiterhin zwischen Planspielen mit standardisiertem und modularisiertem Aufbau unterschieden (Baume 2009, S. 35). Bei Planspielen mit modularisiertem Aufbau wird die Komplexität durch ein sukzessives Erhöhen der Entscheidungs-

parameter im zeitlichen Verlauf des Planspiels gesteigert, während die Komplexität bei Planspielen mit standardisiertem Aufbau konstant bleibt (Bloech et al. 1998, S. 39). Nach Högsdal (1996, S. 99) haben sich Planspiele mit modularisiertem Aufbau bestens bewährt, da die Teilnehmer zu Beginn des Planspiels nicht überfordert werden und darüber hinaus in neuen Spielrunden neue thematische Schwerpunkte gesetzt werden können, sodass im Spielverlauf keine Langeweile bzw. Unterforderung bei den Teilnehmern aufgrund von Routineentscheidungen auftritt. Des Weiteren kann auch der Spielleiter Einfluss auf den Komplexitätsgrad nehmen, indem er beispielsweise die zur Verfügung stehende Zeit für die Spielrunden variiert oder gewisse Informationen zurückhält (Schellhaas 1994, S. 89).



**Abbildung 3.1: Anwendungsbereiche von Planspielen nach Kern (2003, S. 83)**

Im Hinblick auf den Freiheitsgrad des Entscheidungsbereiches wird zwischen starren und freien Planspielen unterschieden. Während die Bewertung der Entscheidungen bei starren Planspielen auf festen Regeln und somit einer objektiven Ergebnisermittlung basiert, werden die Entscheidungen in freien Planspielen von einem Schiedsrichter beurteilt. Die subjektive Bewertung durch einen Schiedsrichter ermöglicht dabei die Berücksichtigung von qualitativen Faktoren sowie eine flexiblere Gestaltung des Planspielseminars, da gezielt neue Sachverhalte eingebracht werden können. Durch das Erweitern um freie Elemente können diese Vorteile ebenso in starren Planspielen genutzt werden. Neben der Differenzierung zwischen starren und freien Planspielen wird auch zwischen geschlossenen und offenen Planspielen unterschieden. Während geschlossene und starre Planspiele gleichgesetzt werden können, gibt es zwischen offenen und freien Planspielen Unterschiede. Zwar basieren offene ebenso wie freie Planspiele auf keinem vordefinierten Regelwerk, jedoch agiert der Spielleiter in offenen Planspielen nicht als Schiedsrichter, der die Bewertung als Ersatz für ein vorgegebenes Regelwerk vornimmt. (Kern 2003, S. 89ff.)

In offenen Planspielen werden hingegen die Regeln sowie das Modell des Planspiels von den Teilnehmern selbst definiert, womit den Teilnehmern große Freiheitsgrade gegeben werden (Kriz 2001, S. 53). Daher wird sogar die „Entwicklung eines Planspiels“ als Gegenstand offener Planspiele bezeichnet (Blötz 2015, S. 56ff.). Aufgrund der vielen Freiheiten werden bei offenen Planspielen erweiterte Kenntnisse in dem behandelten Themengebiet vorausgesetzt (Blötz 2015, S. 56ff.).

Unternehmensplanspiele können hinsichtlich des Abstraktionsgrads zwischen unspezifischen, branchenspezifischen und unternehmensspezifischen Planspielen unterschieden werden. Im Gegensatz zu unspezifischen Planspielen, die allgemeine analytische Zusammenhänge vermitteln und keine konkreten Erzeugnisse als Gegenstand haben, beziehen sich branchenspezifische Planspiele auf eine bestimmte Branche. Darüber hinaus beziehen unternehmensspezifische Planspiele gar die spezifischen Merkmale eines konkreten Unternehmens mit ein. (Kern 2003, S. 85)

Hinsichtlich des betrieblichen Umfangs wird zwischen funktionalen und generellen Planspielen differenziert (Eichhorn 2000, S. 53). Während funktionale Planspiele einzelne Bereiche eines Unternehmens fokussieren, bilden generelle Planspiele ein Unternehmen vollständig ab (Trautwein 2011, S. 62). Nach Kern (2003, S. 86) ist auch eine Kombination von generellen und funktionalen Planspielen möglich, indem zwar das Geschehen eines Unternehmens vollständig betrachtet wird, einzelne Funktionsbereiche jedoch hervorgehoben werden.

Ein grundlegendes Unterscheidungsmerkmal von Planspielen stellt das Spielmedium dar. Das Spielmedium determiniert die Art der Interaktion der Teilnehmer mit dem Modell (Blötz 2015, S. 47). Hierbei kann grundsätzlich zwischen Brettplanspielen (auch haptische/manuelle Planspiele), computerintegrierten und -unterstützten Planspielen unterschieden werden (Kern 2003, S. 90ff.). Brettplanspiele werden mithilfe von physischen Objekten wie Spielbrettern, Spieltischen, Karten oder Spielbausteinen gespielt (Arndt 2008, S. 194). Die Auswertung von Brettplanspielen wird dabei gewöhnlich vom Spielleiter manuell z. B. mithilfe von Tabellen und Abbildungen oder anhand einfacher Berechnungsfunktionen durchgeführt (Arndt 2008, S. 194). Computerintegrierte Planspiele sind im Grunde ebenso Brettplanspiele, der Computer dient hierbei jedoch als Hilfsmittel, z. B. zur Erstellung von Tabellenkalkulationen oder Präsentationen (Kern 2003, S. 92f.). Bei computerunterstützten Planspielen erfolgt die Verarbeitung und Auswertung von Entscheidungen hingegen mithilfe von Computern (Trautwein 2011, S. 62). Computerunterstützte Planspiele können weiter in interaktive und nicht-interaktive bzw. formulargestützte Computer-Planspiele unterteilt werden (Blötz 2015, S. 47). Bei nicht-interaktiven Computer-Planspielen übermitteln die Teilnehmer ihre Entscheidungen in Form von handschriftlich ausgefüllten Entscheidungsformularen an den Spielleiter, der die Daten zur Berechnung in einen zentralen Computer eingibt (Baume 2009 S. 132). Die Ergebnisse der Berechnung werden in der Regel ausgedruckt und den Teilnehmern in Form von Ergebnisberichten übergeben, was folglich einen organisatorischen und zeitlichen Aufwand bedeutet (Baume 2009 S. 132; Schellhaas 1994, S. 88). Bei interaktiven Planspielen können die Teilnehmer ihre Eingaben selbständig in den Computer eingeben und die Ergebnisse dort auch abrufen (Kern 2003, S. 92). Zur Durchführung dieser Variante benötigt daher jeder Teilnehmer bzw. jede Gruppe einen Computer.

Die Datenübermittlung kann bei interaktiven Computer-Planspielen offline oder online erfolgen. Bei der Offline-Variante werden die Daten dem Spielleiter z. B. auf einem USB-Stick, einer CD oder per E-Mail übermittelt, auf einem zentralen Rechner ausgewertet und an die Teilnehmer zurück übertragen. Die Datenübertragung und -auswertung erfolgt bei

Online-Planspielen hingegen internetbasiert und automatisiert. (Beyer und Rathje 2013, S. 210)

Sowohl Brettplanspiele, als auch Planspiele mit Computerunterstützung bieten Vor- und Nachteile, die es bei der Auswahl des Spielmediums zu berücksichtigen gilt. So wird in Brettplanspielen die Realität sehr vereinfacht abgebildet, weshalb die Auswirkungen von Entscheidungen gut nachvollzogen werden können (Beyer und Rathje 2013, S. 210). Zudem zeichnen sich Brettplanspiele in der Regel durch eine hohe Interaktion der Teilnehmer aus und bieten eine große Flexibilität in der Spielgestaltung und den Eingriffsmöglichkeiten des Planspielleiters (Schenk et al. 2006, S. 107f.). Die hohe Abstraktion sowie die einfachen Berechnungsmöglichkeiten führen jedoch gleichzeitig zu einer geringen Komplexität und Realitätsnähe (Arndt 2008, S. 194ff.).

Im Gegensatz dazu bietet der Einsatz von Computern die Möglichkeit, komplexe Modelle mit hoher Realitätsnähe zu realisieren. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass eine zu hohe Komplexität zu einer Intransparenz bei den Teilnehmer führen kann. Außerdem ergeben sich bei computerunterstützten Planspiele Nachteile hinsichtlich der Flexibilität. (Schenk et al. 2006, S. 107f.)

Planspiele können weiterhin hinsichtlich der Stellung der Teilnehmer differenziert werden. Bei Solospielen nimmt nur ein Einzelner oder eine Gruppe an dem Planspiel teil, ohne im Wettbewerb mit anderen Teilnehmern oder Gruppen zu stehen. Im Gegensatz dazu konkurrieren beim Konkurrenzplanspiel mehrere Spielgruppen miteinander. Bei dieser Variante wird weiter zwischen echten und unechten Konkurrenzplanspielen (Form der Konkurrenz) unterschieden. Während sich die Entscheidungen der Spielgruppen bei echten Konkurrenzplanspielen gegenseitig beeinflussen, entsteht die Konkurrenz bei unechten Konkurrenzplanspielen durch einen Vergleich der Ergebnisse der jeweiligen Spielgruppen. Bei echten Konkurrenzplanspielen ist zu beachten, dass die Analyse der Ergebnisse aufgrund der gegenseitigen Beeinflussung erschwert wird. Unabhängig von der Form der Konkurrenz können die Spielgruppen darüber hinaus mit der gleichen oder einer unterschiedlichen Ausgangslage in das Planspiel starten. (Trautwein 2011, S. 62f.; Beyer und Rathje 2013, S. 211)

Die Spielergruppen können sich darüber hinaus aus einer Gruppe mehrerer Teilnehmer (Gruppenplanspiel) oder lediglich eines einzelnen Teilnehmers (Individualplanspiel) zusammensetzen (Kern 2003, S. 88). Gruppenplanspiele bieten vor allem dann Vorteile, wenn das Erlernen sozialer Kompetenzen mit dem Planspiel forciert wird (Eichhorn 2000, S. 54). Aus diesem Grund sind Gruppenplanspiele gerade im Hochschuleinsatz weiter verbreitet (Mohsen 2002, S. 104).

Nach dem Grad der Gruppenverteilung können Planspiele in Präsenzplanspiele und Fernplanspiele unterteilt werden. Während Präsenzplanspiele lokal an einem Ort durchgeführt werden, sind die Teilnehmer bei Fernplanspielen räumlich voneinander getrennt. Hierbei ist auch eine Kombination beider Formen möglich, wobei beispielsweise die ersten Spielrunden als Präsenzplanspiel stattfinden und die weiteren Runden als Fernplanspiel fortgeführt werden. Bei Fernplanspielen, die in Gruppen gespielt werden, können sich die Gruppenteil-

nehmer des Weiteren am selben Ort befinden (verteilte Gruppen) oder ebenfalls räumlich voneinander getrennt sein (verteilte Teilnehmer). (Baume 2009, S. 137f.)

Planspiele können weiterhin hinsichtlich zufälliger Einflüsse zwischen deterministischen und stochastischen Planspielen differenziert werden. Während das Spielergebnis bei deterministischen Planspielen vollends von den Entscheidungen der Teilnehmer abhängt, werden bei stochastischen Planspielen Zufallselemente, wie z. B. Maschinenausfälle oder Streiks, miteinbezogen. Durch die Berücksichtigung zufälliger Einflüsse kann eine größere Realitätsnähe erreicht werden, denn in der Realität besteht häufig kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den getroffenen Entscheidungen und den daraus resultierenden Auswirkungen. Das Einbeziehen zufälliger Größen kann sich allerdings auch negativ auf den Lernerfolg auswirken, da die Zufallseinflüsse zu einer Intransparenz bei Analyse der Spielentscheidungen führen können. Zu beachten ist außerdem, dass sich bei deterministischen Planspielen mit echter Konkurrenz die Entscheidungen anderer Spielgruppen wie zufällige Größen auswirken. Hierbei spricht man auch von quasi-stochastischen Planspielen. (Kern 2003, S. 88f.)

Weitere Merkmale zur Einordnung von Planspielen stellen die Anzahl der Ziele, die Zielgruppe sowie die Lernziele dar. Ebenso können Planspiele hinsichtlich des Zeithorizontes, also des simulierten Zeitraumes, und der Dauer der Durchführung, die wenige Minuten bis zu mehreren Monaten umfassen kann, unterschieden werden. (Trautwein 2011, S. 61 ff.)

### 3.4 Durchführung von Planspielseminaren

Aufgrund der Vielzahl an Arten und Typen der Planspielmethode sowie der damit verbundenen Freiheitsgrade bei deren Entwicklung gibt es keine Ablaufstruktur, die für alle Planspiele idealtypisch ist. Der grundlegende Ablauf, auf dem die meisten Planspiele basieren, gliedert sich jedoch in die drei aufeinander folgenden Phasen der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung. (Kern 2003, S. 79f.)

In der Vorbereitungsphase, auch als Briefing bezeichnet, erhalten die Teilnehmer eine Einführung in das Planspiel. Der Spielleiter hat dabei die Aufgabe, den Teilnehmern die Ausgangslage, die Ziele des Spiels, die zu übernehmenden Rollen sowie die organisatorischen Rahmenbedingungen näher zu bringen. Das Briefing beinhaltet zudem eine Lese- und Informationsphase, in der sich die Teilnehmer in das Planspiel einarbeiten und gegebenenfalls Unklarheiten beseitigen können. Da der Spielleiter eine wichtige Rolle in der Vorbereitung einnimmt, ist es wichtig, dass dieser im Umgang mit dem Planspiel geübt ist. (Riedl 2011, S. 272)

Bedingt durch die Anzahl der Spielrunden wird in der Durchführungs- oder auch Spielphase ein Zyklus gleichartiger Vorgänge durchlaufen (Rebmann 2001, S. 22f.). Die Teilnehmer legen Ziele fest und treffen demnach ihre Entscheidungen (Quilling und Nicolini 2009, S. 81). Anschließend werden die Entscheidungen durch den Spielleiter oder den PC verarbeitet (Riedl 2011, S. 272). Die daraus resultierenden Ergebnisse bilden, gegebenenfalls um zusätzliche Informationen ergänzt, die Ausgangssituation für die folgende Spielrunde

(Kern 2003, S. 80f.). Die Teilnehmer können daraufhin ihre Entscheidungen überprüfen und daraus ihre Schlüsse für die weiteren Spielrunden ziehen (Quilling und Nicolini 2009, S. 81).

Nach der Durchführung der letzten Spielrunde erfolgt abschließend die Auswertungsphase, das Debriefing, in der das Erlebte analysiert und bewertet wird (Hitzler 2011, S. 44). Die Reflexion des Spielverlaufs hilft den Teilnehmern, Ursachen für Abweichungen sowie unerwartete Entwicklungen nachzuvollziehen und Zusammenhänge zu verstehen (Kern 2003, S. 81). Die Teilnehmer begründen im Rahmen des Debriefings ihre Vorgehensweise und Entscheidungen, wobei sie Fehler aufdecken und diskutieren sowie ihre Erfahrungen mit den anderen Teilnehmern austauschen können (Rebmann 2001, S. 22f.). Zudem reflektieren die Teilnehmer, inwieweit die Erfahrungen und Beobachtungen des Spiels auf die Realität übertragen und zukünftig genutzt werden können (Rebmann 2001, S. 22f.). Aufgrund des aktiven Bewusstmachens des Erlebten wird das Debriefing in der Literatur auch als wichtigste Phase eines Planspiels bezeichnet, in der der eigentliche Lerntransfer stattfindet (vgl. Crookall 1992, S. 141; Hitzler 2011, S. 44; Thatcher 1990, S. 270). Zu den weiteren Bestandteilen des Debriefings zählt Rebmann (2001, S. 23) darüber hinaus eine Lernzielkontrolle sowie ein Feedback, das den Teilnehmern ermöglichen soll, Kritik am Planspiel äußern zu können.

Zur Durchführung des Debriefings stehen verschiedene Methoden zur Auswahl. So kann das Debriefing beispielsweise in Form von Gruppendiskussionen oder schriftlich durch die Anfertigung von Lerntagebüchern oder Beantwortung von Fragebögen erfolgen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Gruppen eine Liste von Fragen vorzugeben, die sie zunächst innerhalb der Gruppe diskutieren. Die Ergebnisse dieser Diskussion werden schriftlich festgehalten und die wichtigsten Resultate anschließend in einer Präsentation zusammengefasst. Daneben besteht auch die Möglichkeit, verschiedene Methoden miteinander zu kombinieren. (Kriz und Nöbauer 2015, S. 9ff)

Aufgrund der häufig geringen zur Verfügung stehenden Zeit bieten sich beim Einsatz von Planspielen in der Hochschullehre nach Kriz und Nöbauer (2015, S. 11) schriftliche Debriefing-Methoden an. Hierfür geben Kriz und Nöbauer (2015) eine Liste von Leitfragen vor, die dem Anhang beigelegt ist (vgl. Tabelle A.1).

### **3.5 Vorgehen bei der Entwicklung von Planspielen**

Vor der Entscheidung für den Einsatz oder die Entwicklung eines Planspiels gilt es zunächst zu prüfen, ob die Planspielmethode für den jeweiligen Einsatzbereich geeignet ist. Hierzu sollten die grundlegenden Lernziele, die durch ein Planspiel realisiert werden sollen, mit den Lernpotenzialen der Planspielmethode verglichen werden. Nachdem die Planspielmethode als geeignete Lehrmethode identifiziert wurde, gilt es weiterhin zu entscheiden, ob auf ein bereits vorhandenes Planspiel zurückgegriffen werden kann oder ein neues Planspiel entwickelt werden muss. (Lehmann 1977, S. 78f)

Bei der Entscheidung für oder gegen die Entwicklung eines eigenen Planspiels sind wiederum die grundlegenden Lernziele und Lerninhalte ausschlaggebend. Außerdem ist die Entscheidung von der Zielgruppe, an die sich das Planspiel richten soll, abhängig. Hierbei sind die Vorkenntnisse der Teilnehmer ebenso zu berücksichtigen wie die Anzahl der Teilnehmer, die grundsätzlich am Planspiel teilnehmen soll. Daneben sind auch organisatorische Rahmenbedingungen, wie die zur Verfügung stehenden Räumlichkeiten und technische Ausstattung sowie das verfügbare Zeitkontingent, einzubeziehen. (Rebmann 2001, S. 19)

Nach der Entscheidung für die Entwicklung eines Planspiels sollten die Lernziele und Lerninhalte präzisiert und an die Lernchancen von Planspielen sowie die Zielgruppe angepasst und möglichst genau formuliert werden, da unkonkrete Zielformulierungen häufig zu einem Scheitern bei der Planspielentwicklung oder zu Planspielen führen, die für die Zielgruppe ungeeignet sind (Graf 1992, S. 86; Greenblat 1988, S. 27). Erst im nächsten Schritt wird auf Basis des zugrunde gelegten Gegenstandsbereiches des Planspiels ein Referenzmodell entwickelt, das die relevanten Elemente und Beziehungszusammenhänge der Realität enthält (Golombiewski 1995, S. 10). Dieses Referenzmodell bildet die Grundlage für das eigentliche Planspielmodell, das nach Golombiewski (1995, S. 10f.) aus einem Szenario, einer Rollenbeschreibung, einem Regelwerk sowie einem Bewertungssystem besteht. Das Szenario bildet die Ausgangssituation des Planspiels, welche den Handlungsbereich der Akteure eingrenzt und damit die wesentlichen Strukturen des Planspiels vorgibt (Engelhardt 1984, S. 34). Bei der Aufbereitung der Lerninhalte in einem Szenario ist darauf zu achten, dass das Szenario auf einem Problem bzw. Konflikt basiert, das bei den Teilnehmern möglichst eine persönliche Betroffenheit erzeugt (Klippert 1984, S. 66). Im Rahmen der Rollenbeschreibung werden die Funktionen, die die Teilnehmer einnehmen, sowie deren Ziele und Handlungsspielräume festgelegt (Engelhardt 1984, S. 34). Das Bewertungssystem bildet weiterhin die Grundlage für die Beurteilung der Entscheidungen der Teilnehmer während des Spielverlaufs und zur Spielauswertung (Golombiewski 1995, S. 13). Bei der Entwicklung eines Bewertungssystems werden überwiegend quantitative Faktoren in Betracht gezogen (Anwander und Fleck 1991, S. 190). Zwar besteht auch die Möglichkeit, qualitative Faktoren zu quantifizieren, z. B. durch höhere Gehälter für Personal mit höherer Qualität, jedoch wird die Realitätsnähe bei einer solchen Quantifizierung häufig angezweifelt (Heideck 1995, S. 122f). Im Regelwerk werden neben Verhaltensvorschriften und möglichen Verboten für die Teilnehmer gegebenenfalls auch Eingriffsrechte der Spielleitung festgehalten (Engelhardt 1984, S. 34).

Nach Rebmann (2001, S. 20) müssen im Rahmen des Entwurfs des Planspielmodells auch spielorganisatorische Entscheidungen getroffen werden, wozu die Festlegung der Anzahl an Spielrunden sowie der teilnehmenden Gruppen und deren Teilnehmerbegrenzung zählt. Ebenso wird während des Konstruktionsprozesses das einzusetzende Spielmedium bestimmt sowie die gegebenenfalls erforderlichen Spielunterlagen angefertigt (Rebmann 2001, S. 21). Ein weiterer Bestandteil bei der Planspielentwicklung stellt die Beschaffung und Aufbereitung notwendiger Daten dar (Baldissin et al. 2013, S. 110).



Um nach der Entwicklung des Planspielmodells Verbesserungen und Modifizierungen an dem Modell vornehmen zu können, sollten Testläufe und Proberunden durchgeführt werden, bevor das Planspiel zum Einsatz kommt (Rebmann 2001, S. 21).

### **3.6 Planspiele aus dem Bereich Umwelt und Supply Chain Management**

Eines der bekanntesten Planspiele im Bereich des SCM ist das Beer Distribution Game, das bereits in den sechziger Jahren entwickelt wurde. In diesem Planspiel wird eine einfache Supply Chain, bestehend aus einem Produzenten, Distributor, Groß- sowie Einzelhändler abgebildet. Aufgabe der Teilnehmer, die jeweils für eine Stufe der Supply Chain zuständig sind, ist es, die Bestände an Bierkisten für die eigene Stufe zu planen und Bestellungen der nachfolgenden Stufe zu bedienen. Ziel der Teilnehmer ist es hierbei, die Lagerhaltungs- und Fehlmengenkosten über den Spielverlauf möglichst gering zu halten, während die Bestellmengen der Endkunden lediglich dem Einzelhändler bekannt sind. Durch plötzliche Veränderungen der Endkundennachfrage im Spielverlauf sollen den Teilnehmern die Folgen des Bullwhip-Effekts aufgezeigt werden. Aufgrund von Überreaktionen im Bestellverhalten treten dabei in der Regel erhöhte Lagerbestände auf. Die Auswirkungen des Bullwhip-Effekts sind umso größer, je weiter der Akteur vom Endkunden entfernt ist. Dieses klassische Beer Game dient als Basis für verschiedene Weiterentwicklungen. (Zäpfel und Piekarz 2001, S. 138ff)

Neben des Beer Games und dessen verschiedenen Varianten gibt es noch weitere Planspiele im Bereich des SCM. Im Folgenden sollen jedoch Planspiele herausgestellt werden, die auch umweltorientierte Aspekte des SCM berücksichtigen.

An der Hochschule Ludwigshafen am Rhein wurde ein haptisches Beer Game entwickelt, bei dem auch ökologische Aspekte mit in die Auswertung einfließen. So werden die anfallenden CO<sub>2</sub>-Emissionen für die getätigten Bestellungen in Abhängigkeit von den Bestellmengen berechnet. Als Grundlage zur Berechnung dient ein Fuhrpark mit drei verschiedenen Fahrzeugklassen (7,5 Tonner, 18 Tonner, 26 Tonner). Die Fahrzeugklasse wird in Abhängigkeit von den bestellten Bierkisten automatisch ausgewählt, sodass sich die höchsten Emissionen je Kiste bei der Bestellung von lediglich einer Kiste ergeben sowie die niedrigsten bei Vollausslastung des 26-Tonnners. So sollen die Effekte transportoptimaler Bestellmengen aufgezeigt werden. Daneben werden auch CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet, die im Lager je Kiste und gespielter Runde anfallen. Diese ökologische Auswertung ist allerdings lediglich eine Nebenbetrachtung des Planspiels. So liegt die Hauptausrichtung in der Herbeiführung des Bullwhip-Effekts und der Diskussion über dessen Ursachen, Wirkungen und Möglichkeiten der Beeinflussung. (Bongard 2015, S. 13ff)

Ein weiteres Planspiel, welches Umweltaspekte im SCM berücksichtigt, wurde von Blaschek und Spanlang (2017) im Rahmen einer Diplomarbeit entwickelt. Neben Umweltaspekten bezieht dieses haptische Planspiel auch Aspekte der sozialen Nachhaltigkeit mit ein. Die Teilnehmer übernehmen in diesem Planspiel ein Projektteam, das Verbesserun-

gen hinsichtlich der Umwelt und Nachhaltigkeit entlang der Wertschöpfungskette eines Schokoladenproduzenten erreichen soll. Hierzu stehen in den Spielrunden verschiedene Maßnahmen in den Bereichen Beschaffung, Transport, Herstellung, Verpackung, Marketing und Vertrieb sowie Entsorgung und Recycling zur Auswahl. Zielgruppe dieses Planspiels sind jedoch in erster Linie Schüler, wenngleich zusätzliche Entscheidungen für Bachelor-Studenten an Wirtschaftsuniversitäten zur Auswahl stehen. Die Bewertung der Teilnehmer-Entscheidungen erfolgt anhand eines von den Autoren entwickelten Punktesystems, das beispielsweise keine quantitativen Faktoren wie Emissionen berücksichtigt. (Blaschek und Spanlang 2017, S. 140ff)

Kommerziell verfügbare Planspiele, die die Umweltaspekte des SCM explizit fokussieren, konnten im Rahmen der Recherche nicht ermittelt werden.

## 3.7 Computerunterstützte Planspiele

### 3.7.1 Implementierungsansätze

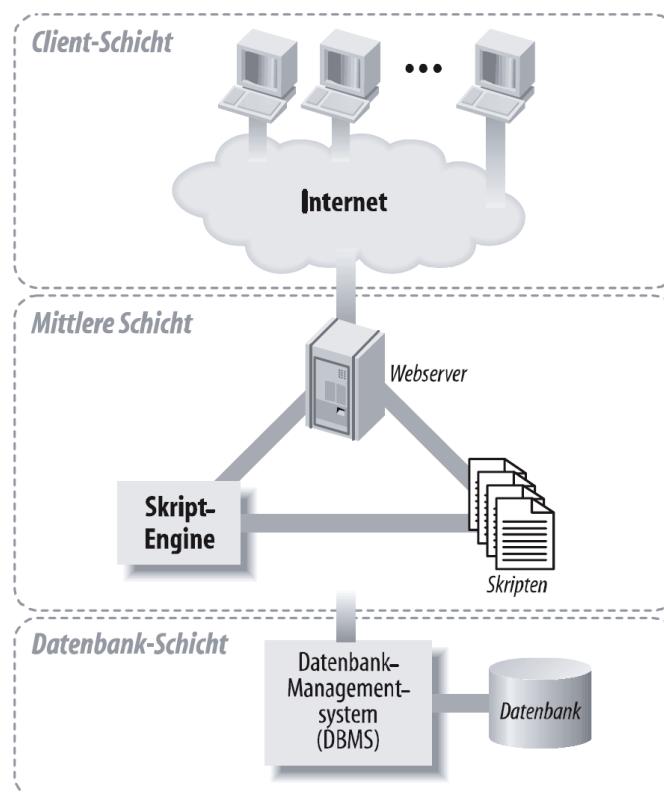
Eine Möglichkeit zur Implementierung von computerunterstützten Planspielen bieten Planspielgeneratoren wie HERAKLIT, ASiGO, Hephastistos, PLEBS oder Yokohama Business Game. Bei Planspielgeneratoren handelt es sich um Software, die dem Planspielentwickler ein Grundgerüst zur Implementierung von Planspielen bietet. Inwieweit dem Entwickler bei der Implementierung Freiheiten gewährt werden, variiert je nach Software. So gibt es Software, bei der die Entwicklung anhand einer grafischen Oberfläche erfolgt und damit wenig Freiraum lässt. Generatoren, die in stark vereinfachter Programmiersprache formulierte Regeln automatisch in eine lauffähige Planspielanwendung transformieren, gewähren dem Entwickler hingegen mehr Freiheiten bei der Implementierung. (Hühn et al. 2018, S. 12ff)

Dennoch sind viele Planspielgeneratoren auf die Entwicklung von Planspielen mit bestimmten Klassifizierungsmerkmalen, wie z.B. deterministische Planspiele, spezialisiert (Arndt 2008, S. 197f.). Im Rahmen der Recherche konnten darüber hinaus keine Planspielgeneratoren ermittelt werden, die kommerziell verfügbar sind und kostenlos genutzt werden können. Neben speziellen Planspielgeneratoren können grundsätzlich jedoch auch einfache Tabellenkalkulationsprogramme wie Excel oder Simulationssoftware zur Implementierung herangezogen werden (Blötz 2015, S. 189).

Weiterhin besteht die Möglichkeit, Planspiele als Desktop- oder Web-Anwendung zu implementieren (Christ und Riemer 2008, S. 24). Eine Desktop-Anwendung ist ein Computerprogramm, welches lokal auf einem PC oder Notebook installiert ist (Franz 2015, S. 18). Die Entwicklung einer Desktop-Anwendung ist mit einer Programmiersprache, wie z.B. Java oder C++, möglich. Bei der Entwicklung einer Desktop-Anwendung ist das Betriebssystem, auf dem die Anwendung laufen soll, zu berücksichtigen. Die Java-Laufzeitumgebung ermöglicht beispielsweise das Ausführen einer in Java programmierten Desktop-Anwendung auf den gängigen Betriebssystemen von Windows, Linux und Mac

OS X (Seeboerger-Weichselbaum 2006, S. 24ff). Eine Web-Anwendung hingegen stellt nach Franz (2015, S. 18) ein Computerprogramm dar, das auf einem Webserver ausgeführt wird und bei dem der Benutzer ausschließlich über einen Webbrowser, wie z. B. Google Chrome oder Mozilla Firefox, mit dem Programm interagiert. Im Gegensatz zu Desktop-Anwendungen erfolgt bei Web-Anwendungen somit keine lokale Installation auf dem Rechner des Benutzers (Vieritz 2015, S. 12). Web-Anwendungen sind auf allen Endgeräten lauffähig, auf denen ein Browser installiert ist. Somit ist der Einsatz neben PCs und Notebooks auch auf Smartphones und Tablets möglich.

Web-Anwendungen basieren häufig auf einem dreischichtigen Architekturmodell. Die Grundlage bildet dabei die Datenbank-Schicht, die aus dem Datenbankmanagementsystem besteht. Die mittlere Schicht, in der Regel der Webserver, enthält die Programmlogik und dient der Kommunikation zwischen der Datenbank- und der Client-Schicht, also dem Webbrowser, der mit der Anwendung interagiert. (Williams und Lane 2005, S. 3f.)



**Abbildung 3.2: Das dreischichtige Architekturmodell einer Web-Anwendung (Williams und Lane 2005, S. 3)**

Nach Pomaska (2005, S. 4) ist das Basisformat für Web-Anwendungen die Auszeichnungssprache Hypertext Markup Language (HTML). Nach einer Anfrage des Client sendet der Webserver das angeforderte HTML-Dokument an den Client (Pomaska 2005, S. 5). Das HTML-Dokument enthält den Inhalt, der auf einer Webseite angezeigt werden soll und wird von dem Webbrowser dargestellt (Kobert 2006, S. 20). Das Aussehen der HTML-Dokumente wird des Weiteren mit der Formatierungssprache Cascading Stylsheets (CSS) gestaltet (Maurice und Rex 2008, S. 17).

Bei Web-Anwendungen wird weiterhin unterschieden zwischen serverseitigen Ansätzen, bei der die Verarbeitung der Programmlogik vollständig am Webserver erfolgt, und clientseitigen Ansätzen, bei der ein Teil des Programmablaufs am Rechner der Benutzer durchgeführt wird. Einer der weitverbreitetsten serverseitigen Ansätze ist die serverseitige Skriptsprache PHP. Eine Basistechnologie für clientseitige Ansätze ist wiederum die clientseitige Skriptsprache JavaScript. Bei klassischen, serverseitigen Web-Anwendungen wird für jede Aktion vom Client eine Anfrage an den Server gesendet und die Antwort vom Webbrowser interpretiert, was ein Neuladen der Webseite zur Folge hat. Dahingegen bezeichnet Asynchronous JavaScript and XML (AJAX) ein Konzept, bei dem mittels JavaScript Informationen vom Webserver nachgeladen werden. Vom Webserver werden dabei nur Teilinhalte angefordert, womit in der bereits geladenen Webseite nur die Daten manipuliert werden, die notwendig sind. Ein Neuladen der kompletten Webseite ist somit nicht erforderlich. Web-Anwendungen, die dieses Konzept nutzen, haben dadurch ein ähnliches Verhalten wie Desktop-Anwendungen. (Safran et al. 2013, S. 6f.)

Web-Anwendungen, die aus nur einem HTML-Dokument bestehen und das AJAX-Konzept nutzen, um ein Neuladen dieser Seite zu vermeiden, werden auch als Single-Page-Web-Anwendung bezeichnet (Abts 2015, S. 12).

### 3.7.2 Grundlagen des Datenbankentwurfs

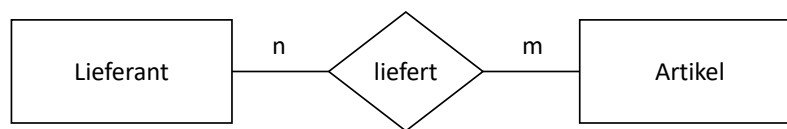
In einer Datenbank werden Daten gesammelt, die untereinander in einer logischen Beziehung stehen (Schicker 2017, S. 3). Die Erstellung, Pflege sowie Manipulation einer Datenbank durch den Benutzer wird durch ein Datenbankmanagementsystem ermöglicht, das wiederum ein Softwaresystem darstellt (Kudraß und Brinkhoff 2015, S. 21). Das Datenbankmanagementsystem besitzt eine logische Schnittstelle, über die jeder Benutzer und jedes Anwendungsprogramm, wie z. B. eine Web- oder Desktop-Anwendung, Zugriff auf die Daten hat (Schicker 2017, S. 3).

Die Grundlage jeder Datenbank bildet nach Staud (2005, S. 18ff) ein Datenmodell, das ein abstrahiertes Abbild eines Anwendungsbereichs darstellt und mithilfe eines Datenbankmanagementsystems in eine Datenbank umgesetzt wird. Ein Datenmodell ist somit ein Werkzeug zur Entwicklung von Datenbanken. Hierbei wird zwischen verschiedenen Datenmodellen wie z. B. hierarchischen, objektorientierten oder relationalen Datenmodellen unterschieden (Staud 2005, S. 18ff). Aufgrund der Relevanz in dieser Arbeit werden im Folgenden lediglich relationale Datenmodelle behandelt. Relationale Datenbanken bieten dabei insbesondere Vorteile durch eine große Flexibilität hinsichtlich möglicher Änderungen und Ergänzungen der Datenstruktur (Steiner 2017, S. 11).

Eines der meistverwendeten grafischen Hilfsmittel für den Datenbankentwurf ist das Entity-Relationship-Modell (ER-Modell). Die Grundbausteine des ER-Modells sind Entitäten und Beziehungen. Entitäten beschreiben dabei Objekte der realen Welt, wie z. B. Artikel oder Lieferanten. Gleichartige Entitäten werden wiederum in einem Entitätstyp zusammengefasst, der in einem ER-Modell durch ein Rechteck abgebildet wird. Beziehungen drücken die Wechselwirkungen zwischen Entitäten aus, während der Beziehungstyp analog zum

Entitätstyp gleichartige Beziehungen typisiert. Abgebildet werden Beziehungstypen im ER-Modell durch Rauten. Des Weiteren können Beziehungs- und Entitätstypen durch Attribute charakterisiert werden. So können Name und Ort als Beispiele für Attribute des Entitätstyps Lieferant angeführt werden. Im ER-Modell werden außerdem drei Arten von Beziehungen unterschieden. So ist bei einer 1:1-Beziehung jede Entität eines Entitätstyps genau einer Entität eines anderen Entitätstyps zugeordnet, während bei einer 1:n-Beziehung jede Entität eines Entitätstyps mindestens einer Entität eines anderen Entitätstyps zugeordnet ist. Bei n:m-Beziehungen kann wiederum jede Entität eines Entitätstyps einer oder mehreren Entitäten eines anderen Entitätstyps zugeordnet werden und umgekehrt. (Fuchs 2018, S. 30ff)

Der Unterschied zwischen einer 1:n- und n:m-Beziehung wird anhand des folgenden Beispiels verdeutlicht: So zeigt Abbildung 3.3 eine n:m-Beziehung, die beschreibt, dass ein Lieferant mehrere Artikel liefern kann, während ein Artikel wiederum von verschiedenen Lieferanten geliefert werden kann. Bei einer 1:n-Beziehung würde ein Lieferant einen oder mehrere Artikel liefern, ein Artikel würde jedoch nur von einem Lieferanten geliefert werden.



**Abbildung 3.3: Darstellung einer n:m-Beziehung im ER-Modell**

Als Grundlage für die Entwicklung einer Datenbank wird das ER-Modell in ein relationales Datenmodell überführt. Dabei besteht eine Datenbank aus einer Menge von Relationen, die die Form einer Tabelle haben, in denen die zusammengehörigen Daten gehalten werden. Eine Spalte einer Relation entspricht dabei einem Attribut, während die Zeilen als Tupel bezeichnet werden, die so einem vollständigen Datensatz entsprechen. Im relationalen Datenmodell werden die Entitäten sowie Beziehungen des ER-Modells durch Relationen abgebildet. Um im relationalen Datenmodell die Beziehungen zwischen den Relationen herzustellen, werden Schlüssel verwendet, wobei zwischen Primär- und Fremdschlüssel unterschieden wird. Während durch einen Primärschlüssel ein Tupel eindeutig identifiziert und zugeordnet wird, bildet der Fremdschlüssel ein Attribut in einer Relation, das eine Beziehung zu einem Primärschlüssel einer anderen Relation herstellt. Bei der Transformation eines ER-Modells in ein relationales Datenmodell ist weiterhin zu beachten, dass bei einer n:m-Beziehung zweier Relationen eine weitere Relation notwendig ist, die die Primärschlüssel der beiden Relationen enthält. (Fuchs 2018, S. 44ff)

Um die Modellierung einer n:m-Beziehung in einem relationalen Datenmodell anhand eines Beispiels zu veranschaulichen, wird die Darstellung des ER-Modells aus Abbildung 3.3 in Abbildung 3.4 in ein relationales Datenmodell überführt. Dabei besitzt die Relation „Lieferant“ den Primärschlüssel Lieferanten\_ID und das Attribut Name. Die n:m-Beziehung zwischen den Relationen „Lieferant“ und „Artikel“ wird durch die Relation „Lieferant\_liefert“ und den enthaltenen Fremdschlüsseln Lieferanten\_ID und Artikel\_ID hergestellt.

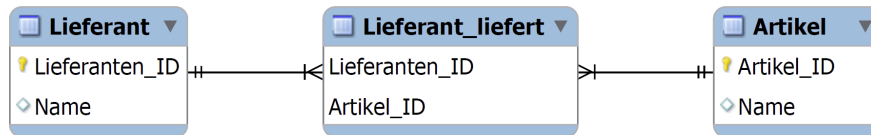


Abbildung 3.4: Darstellung einer n:m-Beziehung im relationalen Datenmodell

### 3.7.3 Vorgehen bei der Softwareentwicklung

Die zentralen Phasen der Softwareentwicklung bilden nach Kleuker (2009a, S. 8f.) die Anforderungsanalyse, das Design, die Implementierung, das Testen sowie die Abnahme. Die Anforderungsanalyse stellt die Grundlage für die Softwareentwicklung dar und ist somit von großer Bedeutung für die Qualität der entwickelten Software (Kleuker 2009a, S. 8). In dieser Phase wird nach Brandt-Pook und Kollmeier (2015, S. 10ff) im Wesentlichen festgelegt, welche Funktionen die zu entwickelnde Software leisten und auf Basis welchen Implementierungsansatzes die Software realisiert werden soll. Hierzu muss erörtert werden, auf welcher Hardware und Betriebssystemen die Software laufen soll (Brandt-Pook und Kollmeier 2015, S. 10ff). Nach Rauh und Stickel (1997, S. 18ff) erfolgt im Rahmen dieser Phase darüber hinaus der Entwurf des Datenmodells.

In der Design-Phase wird definiert, wie die Software intern aufgebaut werden soll (Brandt-Pook und Kollmeier 2015, S. 13ff). Dies beinhaltet die Gestaltung der Software-Architektur, die beschreibt, welche Softwarekomponente für welche Aufgaben auf welchem Rechner laufen soll (Kleuker 2009b, S. 25). Des Weiteren werden auf einer höheren Detailebene die Schnittstellen der Softwarekomponenten definiert und der interne Aufbau der Software-Komponenten verfeinert (Brandt-Pook und Kollmeier 2015, S. 14). Zwar bezieht sich die Design-Phase hauptsächlich auf die innere Struktur der Software, doch ist nach Kleuker (2009b, S. 25) auch die Gestaltung der Benutzeroberfläche der Software Bestandteil dieser Phase.

Die Ergebnisse der Design-Phase bilden das Grundgerüst für die Implementierungsphase, in der die Programmierung durchgeführt wird. In der Regel werden zunächst kleine Teilprogramme entwickelt, die wiederum zu einem großen Programm zusammengefügt werden. Hierbei werden bereits Tests durchgeführt, um die Teilprogramme sowie das Zusammenspiel der Teilprogramme zu prüfen. In der anschließenden, eigentlichen Testphase wird getestet, ob die entwickelte Software die Anforderungen erfüllt und z. B. Grenzsituationen sowie Fehleingaben wie definiert behandelt werden. In der letzten Phase dieses Basismodells erfolgt nach einem Test durch den Kunden letztlich die Abnahme. (Kleuker 2009a, S. 9)

Nach Kleuker (2009a, S. 9) ist ein striktes Durchgehen dieser einzelnen Phasen in der Realität häufig nicht möglich. So ist bei gegebenenfalls auftretenden Problemen ein Zurückspringen in vorherige Phasen nötig (Kleuker 2009a, S. 9).

## 4 Konzeptionierung des Planspiels

Bei der Entwicklung des Planspiels wird grundsätzlich dem in Abschnitt 3.5 beschriebenen Vorgehen gefolgt. So wird zunächst das grundlegende Lernziel definiert, das bei den Studierenden erreicht werden soll, um anschließend die Eignung des Planspiels als Methode der Wahl zu begründen. Nachfolgend werden die Zielgruppe sowie die Rahmenbedingungen für die Durchführung eines Planspiels bestimmt und darauf aufbauend begründet, weshalb ein eigenes Planspiel entwickelt und nicht auf ein vorhandenes zurückgegriffen wird. Erst im Anschluss daran werden die Lernziele und Trainingsinhalte näher spezifiziert, um diese auf die Lernpotenziale der Planspielmethode anzupassen.

Ausgangspunkt für die Gestaltung des Planspiels stellt die Entwicklung des Planspielmodells dar. Hierbei wird, wie in Abschnitt 3.5 erläutert, zunächst auf Basis des Gegenstandsbereiches ein Referenzmodell entwickelt, das die Grundlage für das Planspielmodell bildet. Darauf aufbauend wird ein Szenario entworfen, das dem Planspiel eine grundlegende Struktur vorgibt und so das Fundament für die Beschreibung der Rollen der Teilnehmer sowie für die Erarbeitung der Handlungsalternativen der Teilnehmer legt. Im Anschluss daran wird ein System entwickelt, das die Bewertung der Entscheidungen und Handlungen der Teilnehmer ermöglicht. Weiterhin wird diskutiert, welches Spielmedium, von den bisherigen Entscheidungen ausgehend, für die Implementierung des Planspiels die beste Alternative darstellt. In Abschnitt 4.3 wird zur weiteren Ausarbeitung des Planspielmodells die Zusammensetzung der Spielergruppen und die Form der Konkurrenz bestimmt. Als Grundlage für die spätere Implementierung des Planspiels werden die Details des Planspielmodells verfeinert sowie die erforderlichen Daten definiert, beschafft und aufbereitet. Zum Abschluss des Kapitels werden die notwendigen Materialien zur Durchführung des Planspiels erstellt, der idealtypische Ablauf der Planspieldurchführung sowie die Spielregeln definiert und darüber hinaus erläutert, auf welcher Basis der Startzustand konfiguriert wird.

### 4.1 Vorbereitung

#### 4.1.1 Grundlegendes Lernziel und Begründung der Planspielmethode

In Abschnitt 2.3 wurde aufgezeigt, dass die Notwendigkeit besteht, den Umweltschutz stärker in das unternehmerische Denken und Handeln zu integrieren. Ziel ist es deshalb, bereits bei den Studierenden als künftigen Entscheidungsträgern in den Unternehmen ein Bewusstsein für das Thema Umwelt im SCM zu schaffen. Die Studierenden sollen lernen, dass im SCM Potenziale bestehen, ökologische Aspekte in unternehmerischen Entscheidungen zu berücksichtigen und den Schutz der Umwelt zu forcieren. Weiterhin sollen die Studierenden dazu motiviert werden, sich mit der Thematik des Umweltschutzes im SCM

weiter auseinanderzusetzen. Idealerweise verankern die Studierenden den Umweltschutzgedanken für ihr künftiges Berufs- und sogar Privatleben.

Ein bedeutender Grund für die Nichtberücksichtigung von ökologischen Aspekten bei unternehmerischen Entscheidungen im SCM ist der Mangel an Informationen über mögliche Maßnahmen zur Reduzierung von negativen Umweltauswirkungen (vgl. Abschnitt 2.4.3). Das grundlegende Lernziel, das erreicht werden soll, liegt daher in dem Erlernen von Handlungsmöglichkeiten zur Reduktion der negativen Umweltauswirkungen im SCM.

In Abschnitt 3.2 des Grundlagenteils dieser Arbeit wurde gezeigt, dass Planspiele zum Erlernen fachlicher Inhalte geeignet sind und zu einer höheren Behaltensquote führen als klassische, passive Lehrmethoden. Damit stellt die Planspielmethode eine geeignete Methode dar, um das aufgeführte übergeordnete Lernziel zu erreichen. Aufgrund der Abwechslung zu den herkömmlichen Lehrmethoden, welche die Durchführung eines Planspiels bietet, und der aktiven Beteiligung ist zudem eine hohe Eingangsmotivation bei den Teilnehmern zu erwarten. Daneben bietet der Einsatz eines Planspiels neben dem Erlernen fachlicher Inhalte das Potenzial, weitere berufliche Handlungskompetenzen der Teilnehmer weiterzuentwickeln (vgl. Abschnitt 3.2).

#### **4.1.2 Zielgruppe**

Als Zielgruppe des Planspiels werden Studierende definiert, die bereits Grundkenntnisse der Logistik und des SCM aufweisen. So wird davon ausgegangen, dass die Teilnehmer wissen, welche Aufgaben und Ziele das SCM verfolgt und inwieweit die verschiedenen Aufgabenbereiche des SCM korrelieren. Es wird jedoch nicht vorausgesetzt, dass die Studierenden bereits über vertiefende Kenntnisse des GSCM verfügen. Somit richtet sich das Planspiel vorrangig an Master-Studierende des Studiengangs Logistik, wenngleich auch Master-Studierende des Wirtschaftsingenieurwesens sowie Logistik-Bacheloranden höheren Semesters je nach Wahl der Studienschwerpunkte über ein Vorwissen im Bereich des SCM verfügen und somit an dem Planspiel teilnehmen können.

#### **4.1.3 Rahmenbedingungen**

Im Hinblick auf die Durchführung eines Planspiels wird davon ausgegangen, dass Seminarräume bzw. Hörsäle zur Verfügung stehen, die auch die Teilnahme von großen Teilnehmerzahlen ermöglichen, allerdings nicht mit Computern ausgestattet sind. Jedoch besitzt der überwiegende Teil der Studierenden eigene Notebooks, weshalb im Weiteren davon ausgegangen wird, dass mindestens zwei Teilnehmern gemeinsam ein Notebook zur Verfügung steht, an dem sie ein Planspiel durchführen können. Weiterhin kann vorausgesetzt werden, dass die zur Verfügung stehenden Räumlichkeiten mit Beamern ausgestattet sind.

Hinsichtlich des zur Verfügung stehenden zeitlichen Rahmens gibt es grundsätzlich keine Begrenzungen. Dennoch ist zu beachten, dass sich die Integration eines Planspiels in eine Lehrveranstaltung schwieriger gestaltet, wenn die Durchführung des Planspiels einen großen Zeitaufwand erfordert.



#### 4.1.4 Begründung der Entwicklung eines Planspiels

Im Rahmen der Recherche in Abschnitt 3.6 konnten zwei Planspiele ermittelt werden, die ökologische Aspekte des SCM berücksichtigen und Handlungsmaßnahmen zur Reduzierung der Umweltauswirkungen entlang einer Supply Chain vermitteln. Das Beer Game, das an der Hochschule Ludwigshafen am Rhein entwickelt wurde und keinen Computereinsatz erfordert, berücksichtigt jedoch nur die Handlungsmaßnahme der Bestellmengenoptimierung. Zudem stellt die ökologische Auswertung lediglich ein Nebenziel dar, während der Fokus auf der Herbeiführung des Bullwhip-Effektes liegt. Das in Abschnitt 4.1.1 definierte Lernziel wird somit nur am Rande betrachtet. (vgl. Abschnitt 3.6)

Das Planspiel, das im Rahmen einer Diplomarbeit von Blaschek und Spanlang (2017) entwickelt wurde, fokussiert demgegenüber Handlungsmaßnahmen des GSCM und darüber hinaus sogar des SSCM. Allerdings ist das Planspiel insbesondere auf Schüler ausgerichtet und bietet eine hohe Abstraktion. So berücksichtigt das Bewertungssystem beispielsweise keine quantitativen Umweltindikatoren. Die Entscheidungen sind daher eher hypothetisch nachvollziehbar, womit der Einsatz auch aufgrund des niedrigen Komplexitätsgrades für die genannte Zielgruppe, die Kenntnisse im SCM aufweist, weniger geeignet erscheint. (vgl. Abschnitt 3.6)

Die Entwicklung eines selbstgestalteten Planspiels begründet sich folglich dadurch, dass durch die Recherche im Grundlagenteil kein kommerziell verfügbares Planspiel ermittelt werden konnte, das das Erlernen von Handlungsmaßnahmen des GSCM fokussiert und gleichzeitig für die definierte Zielgruppe geeignet ist.

#### 4.1.5 Spezifizierung der Trainingsinhalte und Lernziele

In Abschnitt 2.4.4 wurden verschiedene Handlungsmaßnahmen aufgeführt, die zur Reduzierung der negativen Umweltauswirkungen entlang von Supply Chains beitragen können. Die Integration aller Maßnahmen in ein Planspiel gestaltet sich jedoch aufgrund deren Vielzahl und unterschiedlichen Zeithorizonten sowie Einflussbereichen schwierig (vgl. Abschnitt 2.4.4). Zudem ist eine große Anzahl an Lerninhalten aus pädagogischer Sicht kritisch zu bewerten (vgl. Abschnitt 3.2). Daher wird im Folgenden eine Eingrenzung der Maßnahmen, die in dem zu konzipierenden Planspiel berücksichtigt werden soll, vorgenommen.

In Abschnitt 2.3 wurde aufgezeigt, dass im SCM insbesondere von den Transporten entlang der Supply Chain und den dabei ausgestoßenen Emissionen negative Umweltauswirkungen ausgehen. Deshalb wird sich bei der Auswahl der Lerninhalte auch aufgrund des prognostizierten weiteren Anstiegs des Güteraufkommens auf Handlungsmaßnahmen beschränkt, die zur Reduzierung des Emissionsausstoßes im Transportbereich beitragen (vgl. Abschnitt 2.3). Diese Eingrenzung begründet sich weiterhin dadurch, dass eine Berechnung der ausgestoßenen Emissionen näherungsweise möglich ist und sich Emissionen als quantitative Faktoren zur Bewertung der Auswirkungen von Entscheidungen der Teilnehmer im Planspiel eignen (vgl. Abschnitte 2.5 und 3.5). Da jedoch auch zur Reduzierung der von den

Transporten verursachten Umweltauswirkungen diverse Ansätze existieren, wird eine weitere Eingrenzung vorgenommen (vgl. Abschnitt 2.4.4). So sollen in dem zu entwickelnden Planspiel Maßnahmen berücksichtigt werden, die in einem taktisch-operativen Zeitraum in der betrieblichen Praxis mit einem geringen Aufwand umgesetzt werden können. Hierbei wird angenommen, dass diese Maßnahmen größeres Potenzial besitzen, in der Praxis angewandt zu werden als beispielsweise strategische Maßnahmen, bei denen es eine Vielzahl an Entscheidungsparametern zu berücksichtigen gilt (vgl. Abschnitt 2.4.4).

Wie in Abschnitt 2.4.4 gezeigt wurde, ist die Vermeidung von Verkehren der erste Ansatzpunkt zur Reduzierung der ausgestoßenen Emissionen. Da die Reduzierung der Transportwege, die durch eine Beschaffung in geographischer Nähe zu einem Unternehmen realisiert werden kann, eine wirkungsvolle Maßnahme zur Vermeidung von Verkehren darstellt, wird das Erlernen der Vorteile des Local-Sourcing hinsichtlich des Emissionsausstoßes gegenüber des in der Vergangenheit zugenommenen Global-Sourcing als erstes Lernziel des Planspiels definiert (vgl. Abschnitt 2.3). Als weitere wirkungsvolle Maßnahme zur Minimierung des Emissionsausstoßes von Transporten wurde im Rahmen der Literaturrecherche die Bündelung von Transporten, also Erhöhung der Auslastung der Transportmittel, identifiziert (vgl. Abschnitt 2.4.4). Wie in Abschnitt 2.4.4 beschrieben wurde, ist eine Erhöhung der Auslastung durch die Bestellung transportoptimaler Bestellmengen möglich, weshalb das Erlernen dieser Maßnahme ebenso als Lernziel definiert wird. Die Definition der Bestellmengenoptimierung als Lernziel wird der ebenso effektiven Maßnahme der unternehmensübergreifenden Kooperation vorgezogen, da die Bestellmengenoptimierung keinen zusätzlichen organisatorischen Aufwand bedarf und angenommen wird, dass die Umsetzung in der Praxis damit einfacher ist.

Da das Vermeiden von Transporten durch Local-Sourcing nicht für jedes Produkt bzw. jeden Rohstoff möglich ist und auch die Transportbündelung Grenzen aufweist, wird das Erlernen der Verlagerung der Transporte auf umweltfreundlichere Verkehrsträger als Ansatz zur Reduzierung der transportbedingten Emissionen als weiteres Lernziel definiert.

Wie in Abschnitt 2.4.4 beschrieben wurde, wird dem Straßentransport mit Dieselfahrzeugen im Fernverkehr aufgrund der noch nicht ausgereiften Technologie alternativer Antriebe in der nahen Zukunft weiterhin eine große Bedeutung beigemessen. Wie des Weiteren gezeigt wurde, bieten Fahrerschulungen und verschiedene technologische Maßnahmen, die kurzfristig realisiert werden können, Potenziale, die Menge ausgestoßener Emissionen zu reduzieren sowie Kraftstoff einzusparen (vgl. Abschnitt 2.4.4). Daher stellt das Erlernen der folgenden fuhrparkbezogenen Maßnahmen, die bei Fahrzeugen im Güterfernverkehr angewandt werden können, ein weiteres fachliches Lernziel des Planspiels dar: (vgl. Abschnitt 2.4.4)

- Durchführung von Fahrerschulungen
- Einsatz von Leichtlaufölen
- Einsatz von Telematiksystemen
- Maßnahmen zur Reduzierung des Rollwiderstandes
- Aerodynamische Maßnahmen

In Abschnitt 2.4.1 wurde des Weiteren gezeigt, dass im GSCM keine reine Ausrichtung auf die Realisierung von ökologischen Zielen erfolgt. Bei der Reduzierung von Umweltaspekten im SCM stellen ökonomische Ziele somit ebenso eine relevante Zielgröße dar, wobei die Berücksichtigung beider Zielgrößen sowohl zu Konflikten als auch Synergieeffekten führen kann (vgl. Abschnitt 2.4.1). Zudem wurde erläutert, dass im Rahmen des GSCM zum Erreichen der beiden Zielgrößen alle Stufen einer Supply Chain, gerade auch die Lieferanten von Lieferanten, einzubeziehen sind (vgl. Abschnitt 2.4.1). Diese wesentlichen Aspekte des GSCM sollen den Teilnehmern daher ebenso vermittelt werden.

In Abschnitt 3.2 wurde erläutert, dass eine geringe Anzahl an Lernzielen gegenüber einer Vielzahl an Lernzielen, die in Planspielen häufig verfolgt werden, aus pädagogisch-didaktischer Sicht zu bevorzugen ist, um eine Überforderung der Teilnehmer zu vermeiden. Daher werden keine weiteren fachlichen Lernziele definiert. Aufgrund des Potenzials der Planspielmethode durch die Arbeit in Gruppen zur Weiterentwicklung sozialer Kompetenzen wird jedoch das Fördern der Kooperations- und Teamfähigkeit über die fachlichen Lernziele hinaus als weiteres Lernziel definiert.

## **4.2 Entwicklung des Planspielmodells**

### **4.2.1 Entwicklung des Referenzmodells**

Von den grundlegenden Zielen des Planspiels, ein Bewusstsein für den Umweltschutz im SCM zu schaffen und Handlungsmaßnahmen des GSCM zu vermitteln, wird abgeleitet, dass eine Supply Chain die Grundlage für die Entwicklung des Referenzmodells und somit des Planspiels bildet. Wie in Abschnitt 2.1.1 gezeigt wurde, können sich Supply Chains aus einer Vielzahl von Akteuren zusammensetzen. Im Rahmen der Entwicklung des Referenzmodells wird daher die Struktur einer Supply Chain konfiguriert, die für das Erreichen der definierten Ziele geeignet ist. Die Struktur der zugrunde gelegten Supply Chain soll dabei grundsätzlich möglichst einfach gehalten werden, um den Teilnehmern eine große Transparenz gewährleisten zu können. In der Grundstruktur bildet ein Unternehmen den Mittelpunkt einer Supply Chain, das Rohstoffe von Lieferanten bezieht, diese zu einem Endprodukt verarbeitet und an die Endkunden liefert. Die wesentlichen Prozesse innerhalb dieser Supply Chain bilden die Transporte der Rohstoffe von den Lieferanten zu dem Produzenten, die Produktion des Erzeugnisses sowie der Transport der Erzeugnisse zu den Endkunden auf Basis der Kundenbestellungen. Diese einfache Struktur ermöglicht es jedoch nicht, den Teilnehmern zu verdeutlichen, dass auch die vorgelagerten Stufen eines Unternehmens Einfluss auf die Menge an Emissionen nehmen, die entlang einer Supply Chain durch Transporte verursacht werden. Daher wird diese Grundstruktur um einen weiteren Akteur, der dem Produzenten vorgelagert ist, ergänzt. Um diesen Akteur in die bestehende Struktur zu integrieren, wird definiert, dass dieser ein Zwischenprodukt herstellt, das aus Rohstoffen besteht und ein Bestandteil des Endprodukts darstellt. Dieser Akteur ist also ein Lieferant des Endprodukt-Produzenten, womit entlang der Supply Chain auch Transportprozesse abgebildet werden, nämlich die Transporte von den Roh-

stofflieferanten zu dem Zwischenprodukt-Produzenten, auf die der Endprodukt-Produzent wiederum keinen direkten Einfluss nehmen kann. Diese Struktur bietet so die Möglichkeit zu verdeutlichen, dass auch die Entscheidungen des Vorlieferanten einen bedeutenden Einfluss auf die Menge transportbedingter Emissionen entlang der Supply Chain nehmen. Weitere Akteure werden nicht in die dargestellte SC-Struktur, die in Abbildung 4.1 zu sehen ist, integriert, da diese einfache Struktur die Grundlage bietet, die definierten Ziele und Inhalte des Planspiels zu erfüllen. Auf Handelsstufen zwischen Endprodukt-Produzent und Endkunde wird daher verzichtet.

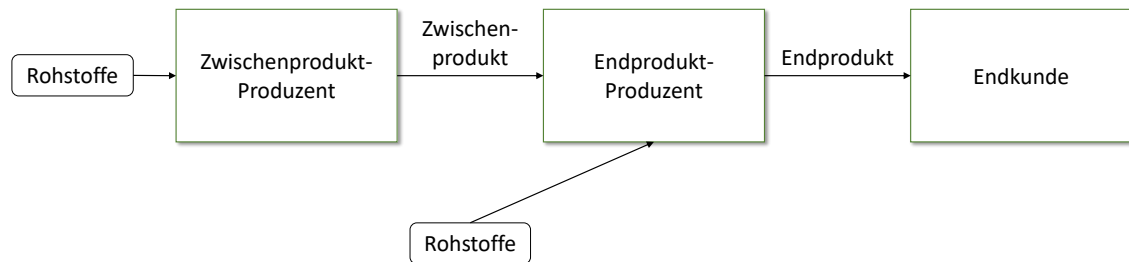


Abbildung 4.1: Struktur der im Planspiel betrachteten Supply Chain

#### 4.2.2 Gestaltung des Szenarios

Als Ausgangsbasis für die Entwicklung des Szenarios werden die definierten Lernziele und Trainingsinhalte herangezogen. Aus den Lernzielen und Trainingsinhalten leitet sich ab, dass der Fokus des Planspiels auf den transportbedingten Emissionen einer Supply Chain liegen soll. Weiterhin soll berücksichtigt werden, dass neben der Ökologie auch die Ökonomie ein wesentlicher Bestandteil des GSCM darstellt. Ausgehend von diesen wesentlichen Anforderungen an das Planspiel, wird den Teilnehmern als Ausgangssituation die Zielstellung vorgegeben, die transportbedingten Emissionen entlang der konstruierten Supply Chain unter Einhaltung minimaler Kosten zu reduzieren und gleichzeitig die Endkundennachfrage zu bedienen. Hierfür bilden die Teilnehmer ein Projektteam, das sich aus Mitarbeitern der beiden produzierenden Unternehmen zusammensetzt.

Die Fokussierung ökonomischer und ökologischer Ziele kann zwar zu Synergieeffekten, jedoch auch zu Konflikten führen (vgl. Abschnitt 2.4.1). Somit bildet die definierte Ausgangssituation grundsätzlich ein konfliktorientiertes bzw. problembasiertes Szenario, womit eine grundlegende Anforderung an das Szenario erfüllt ist (vgl. Abschnitt 3.5). Des Weiteren verursacht dieses Szenario bei den Teilnehmern dadurch eine persönliche Betroffenheit, dass die Studierenden in der späteren beruflichen Praxis gegebenenfalls selbst im Bereich des SCM tätig sind und mit ähnlichen Problemstellungen konfrontiert werden können.

#### 4.2.3 Entwicklung der Rollenbeschreibung und Handlungsalternativen

Im vorangegangenen Abschnitt wurden die wesentlichen Ziele der Teilnehmer, die die Rolle von Mitgliedern eines Projektteams übernehmen, bereits erläutert. Im Folgenden wird nun festgelegt, welche Aufgaben von den Teilnehmer im Rahmen des Planspiels zu erfüllen

sind und welche Handlungsspielräume den Teilnehmern zur Erfüllung der definierten Ziele gewährt werden.

Wie in Abschnitt 3.3 gezeigt wurde, setzen offene Planspiele, die den Teilnehmern viele Freiheiten geben, bereits erweiterte Kenntnisse in der behandelten Thematik des Planspiels voraus. Im Rahmen der Zielgruppendefinition wurden allerdings keine vertiefenden Kenntnisse des GSCM vorausgesetzt, vielmehr stellt das Erlernen von Handlungsmaßnahmen des GSCM das wesentliche Lernziel des Planspiels dar. Aus diesem Grund soll der Freiheitsgrad des Entscheidungsbereichs eingegrenzt werden und den Teilnehmern bereits Handlungsalternativen vorgegeben werden. Hinsichtlich der Teilnehmerentscheidungen ist weiterhin festzulegen, ob die Bewertung der getroffenen Entscheidungen auf festen Regeln oder der Beurteilung des Spielleiters basiert (vgl. Abschnitt 3.3). Diesbezüglich wird die Bewertung anhand fester Regeln präferiert, um eine objektive Bewertung zu gewährleisten. Darüber hinaus würde eine Bewertung durch den Spielleiter zusätzliche Anforderungen an den Spielleiter hinsichtlich der Organisation der Planspieldurchführung stellen sowie fundierte Kenntnisse der behandelten Thematik erfordern. Somit kann das Planspiel als geschlossenes Planspiel klassifiziert werden.

Zur Bestimmung der Aufgaben und Handlungsalternativen der Teilnehmer wird sich an den Handlungsmaßnahmen des GSCM orientiert, deren Erlernen das Planspiel ermöglichen soll. So sind die Maßnahmen des Local Sourcing sowie der Bestellmengenoptimierung in die Aufgabenbereiche der Beschaffungsplanung einzuordnen, deren Aufgabe die Beplanung der Bestände ist, mit dem Ziel, die benötigten Teile und Materialien termingerecht am richtigen Ort zur Verfügung zu stellen (vgl. Abschnitt 2.1.2). Daraus lässt sich ableiten, dass der Aufgabenbereich der Beschaffung einen Fokus des Planspiels und der Aufgaben der Teilnehmer darstellt. Das Erlernen der Maßnahme der Bestellmengenoptimierung ist hierbei damit verbunden, dass die Teilnehmer Bestellungen tätigen und die Bestellmengen der zu beschaffenden Güter bestimmen. Weiterhin setzt die Anwendung der Maßnahme des Local Sourcing voraus, dass die Teilnehmer bei der Planung der Bestellungen aus verschiedenen Lieferanten auswählen können, die in unterschiedlichen Regionen beheimatet sind. Die Maßnahme der Verlagerung der Transporte auf umweltfreundlichere Verkehrsträger wird nach dem SCM-Aufgabenmodell nicht der Beschaffungsplanung zugeordnet, allerdings besteht auch auf Beschaffungsseite die Möglichkeit, die Verkehrsträger auszuwählen, mit denen die Transporte durchgeführt werden. Die Auswahl des Verkehrsträgers zur Durchführung der Belieferung wird daher als weitere Aufgabe des Projektteams definiert. Als unternehmensübergreifendes Projektteam ist es dessen Aufgabe, die genannten Aufgaben der Beschaffung für die beiden betrachteten Unternehmen zu übernehmen.

Die Grundlage für die Beschaffungsplanung bilden die Ergebnisse der Bedarfs-, Netzwerk- und Produktionsplanung, die verschiedenen Aufgabenbereiche bauen also aufeinander auf (vgl. Abschnitt 2.1.2). Um dies in dem Planspiel ebenfalls zu berücksichtigen, soll es des Weiteren Aufgabe des Projektteams sein, die zukünftigen Bedarfe der Produkte zu prognostizieren, die Bedarfe der beiden betrachteten Unternehmen aufeinander abzustimmen und darauf aufbauend die erforderlichen Rohstoffmengen für die Produktion als Ausgangspunkt für die Beschaffungsplanung zu ermitteln. Das weitere Ziel der Teilnehmer zur Erfüllung

der Endkundennachfrage schließt zudem ein, dass auch die Planung der Produktbestände im Rahmen der Distributionsplanung zu den Aufgaben des Projektteams zählen. Damit der Fokus des Planspiels auf die Erfüllung der wesentlichen Lernziele gerichtet ist, werden die Aufgaben dieser Aufgabenbereiche jedoch nicht im Detail und damit auf einer hohen Abstraktionsebene abgebildet.

Bis dato wurden lediglich Aufgaben und Entscheidungen integriert, die Einfluss auf die Transportprozesse von den Rohstofflieferanten zu den betrachteten produzierenden Unternehmen nehmen. Die zwischenbetrieblichen Transporte wurden folglich noch nicht näher fokussiert. Außerdem wurden die fuhrparkbezogenen Maßnahmen, deren Erlernen neben den bereits aufgeführten Maßnahmen ebenso einen Bestandteil der definierten Lernziele darstellt, nicht berücksichtigt. Um das Erlernen dieser Maßnahmen zu ermöglichen, wird daher angenommen, dass der Produzent des Zwischenprodukts einen eigenen Fuhrpark besitzt, um seinen Kunden, den Endprodukt-Produzenten, zu bedienen. Dem Projektteam wird die Option zur Entscheidung über die Anwendung der verschiedenen fuhrparkbezogenen Maßnahmen zur Auswahl gestellt, um so die Vorteile dieser Maßnahmen hinsichtlich des Emissionsausstoßes sowie den Kosteneinsparungen bei der Transportdurchführung erfahrbar zu machen.

#### **4.2.4 Entwicklung des Bewertungssystems**

Nachdem die Aufgaben und Entscheidungsoptionen der Teilnehmer im vorangegangenen Abschnitt beschrieben wurden, wird des Weiteren ein System entwickelt, um die Entscheidungen der Teilnehmer bewerten zu können. Durch die Zielvorgabe, die transportbedingten Emissionen bei gleichzeitig minimalen Kosten zu reduzieren, wurden bereits zwei grundlegende Indikatoren angeführt, die zur Bewertung der Teilnehmer-Entscheidungen dienen. Im Folgenden werden die Gründe für die Wahl dieser Indikatoren sowie für den Vorzug gegenüber alternativen Bewertungsmöglichkeiten erläutert. Außerdem werden diese allgemeinen Indikatoren näher spezifiziert. Hinsichtlich der Entwicklung des Bewertungssystems wird die Annahme getroffen, dass grundsätzlich eine möglichst geringe Anzahl an Indikatoren zu präferieren ist, um den Teilnehmern eine transparente Analyse ihrer Entscheidungen zu ermöglichen.

Die Wahl des allgemeinen Indikators der Emissionen leitet sich aus den Lernzielen ab, die den Emissionsausstoß im Transportbereich fokussieren. Es wurde jedoch nicht definiert, welche Emissionen berücksichtigt werden sollen. Im Rahmen der Literaturrecherche in Abschnitt 2.3 wurden neben Luftschadstoffen vor allem THG-Emissionen als relevante Emissionen identifiziert, die durch Transporte verursacht werden. Aufgrund des großen Anteils von Transporten an den weltweit ausgestoßenen THG-Emissionen und den zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels werden die ausgestoßenen THG-Emissionen, gemessen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, als Bewertungsparameter definiert (vgl. Abschnitt 2.3). Weiterhin besteht die Möglichkeit, auch Luftschadstoffe, wie Stickoxide, als weitere Bewertungsparameter zu definieren. Hierauf wird jedoch verzichtet, damit den Teilnehmern eine eindeutige Bewertung der Auswirkungen hinsichtlich der Umweltwirkungen der Transporte anhand eines einzigen Umweltindikators möglich ist.

Als weiteren grundlegenden Bewertungsindikator werden die Kosten entlang der Supply Chain definiert, da es sich auch bei den Kosten um einen quantitativen Indikator handelt, der somit zur Bewertung von Entscheidungen in Planspielen grundsätzlich geeignet ist (vgl. Abschnitt 3.5). Die Auswahl der Kosten als Bewertungsparameter begründet sich weiterhin dadurch, dass im GSCM ökologische Ziele stets mit ökonomischen Zielen zu vereinbaren sind (vgl. Abschnitt 2.4.1). So soll den Teilnehmern deutlich werden, dass die Berücksichtigung von ökologischen Aspekten nicht bedeutet, dass ökonomische Ziele vernachlässigt werden. Weiterhin soll so berücksichtigt werden, dass Ökologie und Ökonomie zwar im Konflikt zueinander stehen, aber ebenso zu Synergieeffekten führen können. Bei den Kosten handelt es sich im Weiteren zunächst um einen allgemeinen Indikator, den es näher zu präzisieren gilt. Um neben den THG-Emissionen als eindeutigen Indikator zur Bewertung der Umweltleistung einen eindeutigen Indikator zur Bewertung der Ökonomie heranziehen zu können, werden die Gesamtkosten entlang der Supply Chain als übergeordneter Indikator definiert. Die Gesamtkosten setzen sich dabei einerseits aus verschiedenen Kostenarten und andererseits aus den Kosten, die in den beiden betrachteten Unternehmen anfallen, zusammen. Um die Zusammensetzung der Gesamtkosten jedoch transparent zu gestalten und die Anzahl der abgebildeten Indikatoren zu begrenzen, werden lediglich ausgewählte Kostenarten berücksichtigt. Da ein besonderer Fokus des Planspiels auf den Aufgabenbereichen der Beschaffung liegt, werden vorwiegend Kostenarten berücksichtigt, die im Rahmen der Beschaffung einzubeziehen sind (vgl. Abschnitt 2.1.3). Zur Vereinfachung werden hierbei die Anschaffungs- und Bestellabwicklungskosten in einem Indikator, den Bestellkosten, zusammengeführt. Weiterhin werden Lagerhaltungskosten berücksichtigt, die in Abhängigkeit von der Höhe der Lagerbestände anfallen, um abzubilden, dass hohe Bestände hohe Kosten verursachen und niedrige Bestände anzustreben sind. Weiterhin werden Fehlmengenkosten betrachtet, die in Abhängigkeit von den Fehlmengen der Produkte als Konventionalstrafen anfallen. Ohne die Berücksichtigung von Fehlmengenkosten könnten die Teilnehmer ohne negative Folgen für das Spielergebnis das Tätigen von Bestellungen auslassen, wodurch keine transportbedingten Emissionen anfallen. Alternative Bewertungsansätze, um diesen Sachverhalt anstelle der Berücksichtigung von Fehlmengenkosten zu umgehen, bildet beispielsweise die Integration der Bewertungsparameter Servicelevel oder Umsatz. So werden Servicelevel bzw. Umsatz bei dem Auslassen von Bestellungen minimal, da die Endkundennachfrage nicht bedient werden kann. Da bei diesen Varianten jedoch neben des Indikators der Gesamtkosten ein weiterer Indikator hinzugezogen werden muss, um das Spielergebnis mit der Ausgangssituation vergleichen zu können, wird die Variante bevorzugt, die Fehlmengen zu berücksichtigen.

Als weitere Kostenart, die in die Berechnung der Gesamtkosten mit einfließt, wird der Parameter der Treibstoffkosten konstruiert. Dieser Indikator umfasst die Kosten, die über den Spielverlauf für den Treibstoff anfallen, der bei den zwischenbetrieblichen Transporten verbraucht wird. Zudem werden diesem Indikator die Kosten hinzugerechnet, die für die Anwendung der fuhrparkbezogenen Maßnahmen anfallen. Diese Zusammenfassung soll es den Teilnehmern ermöglichen, die angefallenen Kosten für den Transport zwischen den beiden Unternehmen mit der Ausgangssituation vergleichen und so die ökonomischen Vorteile der Maßnahmen erfahren zu können.

### 4.2.5 Auswahl des Spielmediums

Hinsichtlich des Spielmediums ist zunächst die Entscheidung zu treffen, ob die Durchführung des Planspiels mit oder ohne Hilfe eines Computereinsatzes erfolgen soll (vgl. Abschnitt 3.3). Im vorangegangenen Abschnitt wurden die Parameter erläutert, anhand derer die Bewertung der Teilnehmer-Entscheidungen durchgeführt wird. Dabei wird deutlich, dass diese Parameter auf Basis der Teilnehmer-Entscheidungen berechnet werden müssen. Grundsätzlich ist die Berechnung ohne Computereinsatz anhand von Auswertungstabellen in Betracht zu ziehen. Allerdings bedeutet dies einen hohen organisatorischen Aufwand für den Planspielleiter. Daher wird die Realisierung des Planspiels als haptisches Planspiel ausgeschlossen und eine Computerunterstützung präferiert. Des Weiteren muss die Art der Computerunterstützung bestimmt werden. Bei formulargestützten Planspielen muss der Spielleiter alle Entscheidungen der Teilnehmer manuell in den zentralen Rechner eingeben (vgl. Abschnitt 3.3). Dies führt ebenso wie bei der Realisierung eines haptischen Planspiels zu einem hohen organisatorischen Aufwand, der Wartezeiten der Teilnehmer zur Folge haben kann. Zudem müssen den Teilnehmern die Ergebnisse der Berechnungen z. B. per Ausdruck übermittelt werden, was den organisatorischen und zeitlichen Aufwand während der Planspieldurchführung zusätzlich erhöht. Daher soll ein interaktives Planspiel realisiert werden, bei dem die Teilnehmer ihre Entscheidungen dezentral an ihren Computern eingeben und die Ergebnisse abrufen können (vgl. Abschnitt 3.3). Letztlich muss die Form der Datenübertragung zwischen dem zentralen Computer und den Teilnehmer-Computern festgelegt werden (vgl. Abschnitt 3.3). Auch die Übertragung der Daten in der Offline-Variante bedeutet einen Organisationsaufwand, der sich mit einer steigenden Anzahl an Teilnehmern erhöht, unabhängig davon, ob die Übertragung mithilfe eines USB-Sticks oder eines anderen Mediums erfolgt. Dabei können ebenso wie bei formulargestützten Computerplanspielen unerwünschte Wartezeiten für die Teilnehmer entstehen, wenngleich diese geringer ausfallen. Dennoch bietet die automatisierte Online-Übertragung hinsichtlich Organisationsaufwand und Geschwindigkeit Vorteile, weshalb ein interaktives Computerplanspiel mit Online-Datenübertragung realisiert werden soll. Diese Variante hat zudem den Vorteil, dass der Spielleitung aufgrund des geringeren Organisationsaufwands beispielsweise mehr Zeit für die Beantwortung von Zwischenfragen der Teilnehmer bleibt.

### 4.2.6 Gruppenorganisatorische Entscheidungen

Um neben des Erlernens der fachlichen Lernziele auch die Weiterentwicklung der definierten sozialen Kompetenzen zu ermöglichen, wird das Planspiel in Gruppen von zwei Teilnehmern durchgeführt. Damit übernimmt jeder Teilnehmer die Rolle eines Mitgliedes des Projektteams und ist Mitarbeiter eines der beiden Unternehmen. Die Teilnehmer müssen ihre Strategien, Ziele und Entscheidungen gemeinsam definieren und aufeinander abstimmen und lernen so, zu kooperieren.

Neben der Anzahl an Teilnehmern einer Gruppe gilt es, die Form der Konkurrenz zwischen den Gruppen zu definieren. Den Teilnehmern des Planspiels soll die Möglichkeit



gegeben werden, verschiedene Entscheidungs- und Handlungsalternativen zu testen und deren Auswirkungen zu erleben. Um zu vermeiden, dass bei den Teilnehmer der Gewinn des Planspiels im Vordergrund steht, die Teilnehmer aufgrund dessen scheinbar funktionierende Strategien beibehalten und somit keine alternativen Strategien testen, wird in dem Planspiel keine echte Konkurrenz abgebildet. Zudem soll die Analyse der Ergebnisse nicht durch die gegenseitige Beeinflussung von Entscheidungen der verschiedenen Spielgruppen erschwert werden (vgl. Abschnitt 3.3). Damit die Ergebnisse der Spielgruppen dennoch eingeordnet werden können, soll ein Vergleich der Spielergebnisse erfolgen, womit das Planspiel als unechtes Konkurrenzplanspiel klassifiziert werden kann.

### 4.3 Präzisierung des Planspielmodells

Als Basis für die Definition der erforderlichen Daten und der späteren Implementierung des Planspiels wird das zugrunde gelegte Planspielmodell im Folgenden weiter präzisiert.

Die zentralen Komponenten in dem Planspielmodell bilden, wie im Rahmen der Entwicklung des Referenzmodells dargestellt wurde, die beiden produzierenden Unternehmen. Diese beiden Unternehmen besitzen sowohl für die Rohstoffe als auch die Erzeugnisse Läger, die ebenso Komponenten des Modells darstellen. Weitere Komponenten sind die Lieferanten, die die Rohstoffe an die beiden Produzenten liefern. Auslöser der Lieferprozesse sind die Bestellungen, die von den Teilnehmern getätigt werden. Eine weitere Komponente des Modells sind darüber hinaus die Endkunden, die Bestellungen beim Endprodukt-Produzenten aufgeben und das Endprodukt beziehen. Da im Wesentlichen die transportbedingten Emissionen im Fokus des Planspiels stehen, werden die gesamten Lieferprozesse auf hoher Abstraktionsebene abgebildet, sodass keine Teilprozesse wie die Auslagerung im Warenausgang des Absenders oder die Einlagerung im Wareneingang des Empfängers im Detail abgebildet werden, sondern lediglich die zwischenbetrieblichen Transporte. Für die Abwicklung der Transporte von den Lieferanten zu den Unternehmen stehen je nach Standort des Lieferanten die Verkehrsträger Straße, Schiene, Binnenschiff, Seeschiff und Luft zur Auswahl. Die zwischenbetrieblichen Transporte werden, wie bereits definiert, mit dem Fuhrpark des Zwischenprodukt-Produzenten durchgeführt. Die Transporte von dem Endprodukt-Produzenten zu den Endkunden werden nicht abgebildet. Eine relevante Information bei der Abbildung der Lieferung stellt die Lieferzeit dar. Die Lieferzeit repräsentiert hierbei den Zeitraum ab der Aufgabe einer Bestellung bis zu deren Ankunft im Lager des Empfängers.

Wie für geschlossene Planspiele typisch, treffen die Teilnehmer in dem zu konzipierenden Planspiel ihre Entscheidungen rundenbasiert (vgl. Abschnitt 3.1). Diesbezüglich muss definiert werden, welchen Zeithorizont eine Runde umfasst. Hierbei sind grundsätzlich zwei verschiedene Ansätze in Betracht zu ziehen. Eine erste Variante stellt die Abbildung einer Runde über einen strategischen Zeitraum, wie z. B. ein Quartal, Halbjahr oder Jahr, dar. In dieser Variante können die Aufgaben der Teilnehmer insoweit spezifiziert werden, dass die Teilnehmer in einer Runde für die gewählten Lieferanten und Transportoptionen die Lieferrhythmen sowie die Höhe einer Lieferung festlegen, sodass innerhalb einer Runde

eine Vielzahl an Lieferungen durchgeführt werden. Diese hat den Vorteil, dass Unterschiede hinsichtlich des Ausstoßes an Emissionen zwischen verschiedenen Transportoptionen aufgrund der Vielzahl an Transporten, die über einen längeren Zeithorizont einer Runde durchgeführt werden, in Summe besonders deutlich werden. Ein Nachteil dieser Variante liegt jedoch darin, dass sich fehlerhafte Entscheidungen, wie beispielsweise zu hohe oder niedrige Bestellmengen, über den langen Zeitraum besonders auf das Spielergebnis auswirken, da Entscheidungen nicht kurzfristig, sondern erst nach Abschluss einer Runde korrigiert werden können.

In einer zweiten Variante erstreckt sich der Zeithorizont einer Runde über einen taktisch-operativen Zeitraum von Wochen bis Tage. Diese Variante bietet die Möglichkeit, dass die Teilnehmer ihre Bestellungen rundenbasiert aufgeben, d. h. am Ende einer Runde die Bestellungen tätigen, die in zukünftigen Runden angeliefert werden. Bei dieser Variante können die Teilnehmer fehlerhafte Entscheidungen z. B. hinsichtlich der Bestellmengen kurzfristig korrigieren. Aufgrund des kürzeren Zeitraums und der damit verbundenen geringen Anzahl an Transporten je Runde, werden Unterschiede hinsichtlich des Emissionsausstoßes verschiedener Transportoptionen in Summe erst nach dem Spielen einer großen Anzahl an Runden besonders deutlich. Relative Unterschiede hinsichtlich des Ausstoßes an Emissionen werden jedoch auch über kurze Zeiträume sichtbar. Die fehlende Möglichkeit bei der ersten Variante, auch kurzfristig Strategien ändern und beispielsweise auf Fehlmengen reagieren zu können, ist mit einer geringen Realitätsnähe verbunden, da kurzfristige Nachbestellungen nicht möglich sind. Dies ist in der zweiten Variante demgegenüber möglich. Gleichzeitig können unterschiedliche Mengen ausgestoßener Emissionen durch einen relativen Vergleich über die transportierte Menge auch über einen kurzfristigen Zeitraum verdeutlicht werden, weshalb die zweite Variante bevorzugt wird. Als exakten Zeitraum für eine Runde wird eine Woche definiert.

Ein weiterer Prozess innerhalb des Modells stellt die Produktion der Erzeugnisse der beiden Unternehmen dar. Auch dieser Prozess wird auf einer hohen Abstraktionsebene abgebildet, da die Aufgaben der Produktionsplanung nicht im Fokus des Planspiels stehen. Somit wird zur Vereinfachung definiert, dass die Produktionsmaterialien innerhalb einer Runde in Erzeugnisse transformiert werden und in der gleichen Runde für den Warenabgang zur Verfügung stehen. So wird den Teilnehmern die Planung der erforderlichen Materialmengen gegenüber der Bereitstellung in Folgerunden vereinfacht. Eine relevante Information hinsichtlich der Produktion stellt die Menge dar, die innerhalb einer Runde produziert wird. Ausgangsbasis für die Ermittlung der Produktionsmengen bilden die Zusammensetzung des Produktes sowie die zur Verfügung stehenden Mengen der erforderlichen Produktionsmaterialien. Die Bestände der Produktionsmaterialien stellen somit einen begrenzenden Faktor für die maximale Produktionsmenge dar. Eine weitere Limitierung der Produktionsmengen bilden die maximalen Produktionskapazitäten. Daher wird auch in dem Planspiel eine maximale Produktionsmenge definiert, die innerhalb einer Runde produziert werden kann. Dies erhöht zudem die Komplexität des Planspiels, da Fehlmengen vergangener Runden in zukünftigen Runden nicht durch die Produktion unbegrenzter Mengen ausgeglichen werden können.

Die Berücksichtigung von Zufällen ist in dem konstruierten Planspielmodell hinsichtlich verschiedener Variablen in Betracht zu ziehen. Eine Option ist es, die eingehenden Bestellungen für das Endprodukt durch zufällige Zahlen abzubilden. Ohne die Berücksichtigung von Zufallseinflüssen auf der Absatzseite sind die Bedarfsmengen über den gesamten Spielverlauf gleich, womit die die Planung der Beschaffung trivial ist. Außerdem wird eine konstante Anzahl an Kundenbestellungen als realitätsfern eingeschätzt, weshalb die Höhe der Kundenbestellungen durch Zufallszahlen abgebildet werden soll. Ebenso wie bei den Kundenbestellungen auf Absatzseite, besteht die Möglichkeit die eingehenden Lieferungen durch zufällige Einflüsse abzubilden. So liegt eine Option darin, Bestellungen durch Zufallseinflüsse so zu manipulieren, dass diese nur zum Teil geliefert werden oder gar komplette Lieferausfälle möglich sind. Auf diese Optionen wird jedoch verzichtet, da Teillieferungen und Lieferausfälle indirekt Einfluss auf die Menge der ausgestoßenen Emissionen nehmen, was für die Teilnehmer gegebenenfalls nicht nachvollziehbar ist.

Im Rahmen der Referenzmodellentwicklung wurde die konstruierte Supply Chain keiner bestimmten Branche zugeordnet. Da in dem Planspiel Transportprozesse im Fokus stehen und es von keiner Relevanz ist, welche Produkte und Rohstoffe transportiert werden, besteht aus didaktischen Gründen keine Notwendigkeit, das Endprodukt und somit alle weiteren Güter der Supply Chain zu spezifizieren. Somit kommt die Verwendung von anonymen Bezeichnern, wie in Abbildung 4.1 dargestellt, grundsätzlich infrage. Um bei den Teilnehmern jedoch eine bessere Vorstellungskraft zu erzeugen, wird ein konkretes Endprodukt und damit ein konkretes Zwischenprodukt sowie Rohstoffe abgebildet. Die Auswahl des Endprodukts ist mit verschiedenen Anforderungen verbunden, um eine Integration in die bestehende Supply-Chain-Struktur zu ermöglichen. So soll sich das Endprodukt aus verschiedenen Rohstoffen und einem Zwischenprodukt zusammensetzen, das sich wiederum aus Rohstoffen zusammensetzt. Außerdem soll die Anzahl an Bestandteilen der Erzeugnisse möglichst gering sein, da sich die Entscheidungen, die von den Teilnehmern zu treffen sind, bei einer großen Anzahl an Beschaffungsobjekten wiederholen und sich somit keine weiteren Lerneffekte bei den Teilnehmer einstellen. Darüber hinaus soll sowohl eine lokale als auch globale Beschaffung der Rohstoffe möglich sein, damit eine Integration der Handlungsmaßnahme des Local Sourcing in das Planspiel integriert möglich ist. Da transportbedingte Emissionen und somit Transportentfernungen im Fokus des Planspiels stehen, werden die Standorte der beiden abgebildeten Unternehmen näher definiert. Damit sich die Teilnehmer mit dem Planspiel identifizieren können, wird Dortmund als Standort des Endprodukt-Produzenten festgelegt. Für den Standort des Herstellers des Zwischenproduktes wird Dresden ausgewählt. Dies liegt darin begründet, dass Dresden und Dortmund eine recht große Entfernung trennt, womit die Effekte der fuhrparkbezogenen Maßnahmen deutlicher werden als bei einer kurzen Entfernung. Außerdem weist Dresden eine große Entfernung zu dem nächstgelegenen Seehafen Hamburg auf, wodurch sich im Seehafenhinterlandverkehr bei der Verlagerung auf die Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff sowohl Vorteile hinsichtlich der Ökologie als auch Ökonomie ergeben. Das Planspiel wird weiterhin als Mischform eines unspezifischen und branchenspezifischen Planspiels klassifiziert, da keine branchenspezifischen Besonderheiten abgebildet, aber dennoch konkrete Rohstoffe und Erzeugnisse betrachtet werden.

## 4.4 Informationsgewinnung

### 4.4.1 Definition erforderlicher Daten

Hinsichtlich der Produktion der Erzeugnisse stellt insbesondere die Zusammensetzung der Erzeugnisse, also welche Materialien in welcher Menge für die Produktion einer Einheit des Erzeugnisses benötigt werden, eine relevante Information dar. In Abschnitt 4.3 wurde erläutert, dass die Produktionsmenge einer Runde durch ein Maximum begrenzt werden soll. Dieses Maximum muss folglich für die beiden in dem Planspiel betrachteten Erzeugnisse definiert werden.

Weiterhin müssen verschiedene Informationen definiert werden, die die Lieferanten der Materialien betreffen. So muss die Anzahl an Lieferanten, die einen Rohstoff liefern, ebenso festgelegt werden wie die Standorte der Lieferanten. Letzteres ist im Rahmen des Planspiels insbesondere relevant, um die Handlungsmaßnahme des Local Sourcing im Planspiel berücksichtigen zu können. Daher sollen für ein Material verschiedene Lieferanten zur Auswahl stehen, die in unterschiedlichen Gebieten angesiedelt sind, damit sowohl eine globale wie lokale Beschaffung der Materialien möglich ist. Aufgrund der Berücksichtigung der Maßnahme der Verlagerung der Transporte auf umweltfreundlichere Verkehrsträger ist weiterhin festzulegen, aus welchen Verkehrsträgern die Teilnehmer für die jeweiligen Transporte auswählen können. Im Hinblick auf die zur Auswahl stehenden Lieferanten und Lieferoptionen stellt des Weiteren die Lieferzeit, die von der Transportentfernung und des Verkehrsträgers abhängen, ein weiterer Parameter dar, den es zu definieren gilt.

Um die Auslastung der Transportmittel bestimmen und somit die Maßnahme der transportoptimalen Bestellmengen in dem Planspiel abbilden zu können, müssen des Weiteren die Losgrößen der verschiedenen Güter für die unterschiedlichen Verkehrsträger definiert werden.

Weitere Parameter, die es zu definieren gilt, sind die Preise für die Beschaffung der verschiedenen Güter. Hierbei ist in Betracht zu ziehen, entweder einen Einstandspreis für die verschiedenen Lieferanten und Lieferoptionen bereitzustellen, der bereits Preisnebenkosten beinhaltet, oder verschiedene Preisnebenkosten als einzelne Indikatoren zur Auswahl zu stellen (vgl. Abschnitt 2.1.3). Damit den Teilnehmern eine möglichst große Transparenz im Entscheidungsprozess gewährleistet wird, wird sich dazu entschieden, den Einstandspreis der Güter je Verkaufseinheit als Ganzes abzubilden.

Im Rahmen der Entwicklung des Bewertungssystems wurde des Weiteren erläutert, dass Lagerhaltungskosten in Abhängigkeit von der Höhe der in einer Runde gelagerten Materialien und Erzeugnisse anfallen. Wie in Abschnitt 2.1.3 gezeigt wurde, ist die Berechnung von Lagerhaltungskosten mithilfe eines Lagerhaltungskostensatzes möglich. Diesen Lagerhaltungskostensatz gilt es zu bestimmen. Ebenso fallen Fehlmengenkosten in Abhängigkeit von den Fehlmengen der Erzeugnisse einer Runde an, deren Berechnung mittels eines Fehlmengenkostensatzes erfolgen kann, der ebenfalls definiert werden muss (vgl. Abschnitt 2.1.3).

Eine besondere Relevanz nimmt die Ermittlung der THG-Emissionen ein, die bei den Transporten entlang der Supply Chain ausgestoßen werden. Wie in Abschnitt 2.5 gezeigt wurde, kommen hierfür grundsätzlich zwei Methoden infrage. Die Option, die Menge an CO<sub>2</sub>e-Emissionen je tkm zu berechnen, scheidet aus, da der Auslastungsgrad der Transportmittel dabei nicht berücksichtigt wird. Die Berücksichtigung der Auslastung bei der Ermittlung ist jedoch entscheidend, damit die Teilnehmer die Auswirkungen transportoptimaler Bestellmengen erkennen können. Die Bestimmung der Emissionen durch ein Berechnungstool, wie dem kostenlos verfügbaren EcoTransIt, erfordert die manuelle Eingabe der Transportrelationen, Transportmittel sowie der transportierten Menge in das Berechnungstool sowie das Abspeichern der Ergebnisse in einer Datenbank (vgl. Abschnitt 2.5). Bei Anwendung dieser Methode ergeben sich wiederum zwei Varianten, die zu einer unterschiedlichen Genauigkeit der Ergebnisse führen. In der ersten, vereinfachten Variante wird je Transportrelation und Transportmittel die Menge an CO<sub>2</sub>e-Emissionen berechnet, die bei Vollauslastung des Ladungsträgers ausgestoßen werden. Der Wert dieser Berechnung wird in einer Datenbank gespeichert. Bei dieser Variante ist jedoch die Menge ausgestoßener Emissionen für jeden Transport unabhängig vom Auslastungsgrad gleich. Dabei wird nicht berücksichtigt, dass gerade beim Straßengüterverkehr bei einem geringeren Auslastungsgrad eines Ladungsträger weniger Emissionen ausgestoßen werden als bei Vollauslastung. Somit führt diese Variante zu Ungenauigkeiten und gerade bei dem Straßengüterverkehr aufgrund der geringen Massenleistungsfähigkeit des Verkehrsträgers Straße zu größeren Mengen an ausgestoßenen CO<sub>2</sub>e-Emissionen als durch die korrekte Berechnung des Tools. Um eine größtmögliche Genauigkeit zu erreichen, muss für jede Transportrelation und jedes Transportmittel die Menge ausgestoßener Emissionen für jeden Auslastungsgrad ausgegeben und in einer Datenbank gespeichert werden. Dies ist wiederum mit einem hohen manuellen Erhebungsaufwand verbunden. Neben der Ermittlung anhand eines Berechnungstools bleibt letztlich noch die Option, den Ausstoß an CO<sub>2</sub>e-Emissionen anhand der in Abschnitt 2.5 vorgestellten Formeln zu berechnen. Diese Methode hat den Vorteil, dass die Berechnung der ausgestoßenen CO<sub>2</sub>e-Emissionen in Abhängigkeit von dem Auslastungsgrad möglich ist und der Aufwand sowie die Datenhaltung der zuvor betrachteten Variante entfällt. Die erforderlichen Daten, die für die Berechnung benötigt werden, werden in Tabelle 4.1 aufgeführt.

**Tabelle 4.1: Daten für die Berechnung der THG-Emissionen**

Straße	Schiene	Luft	See- und Binnenschiff
Fahrzeugklasse	Antriebsart, Zuglänge, pographie	To- Flugzeugtyp	Relation
Energieverbrauch leer und voll	Spez. Energiever- brauch	Spez. Energiever- brauch	Spez. Energiever- brauch
CO <sub>2</sub> e-Faktor	CO <sub>2</sub> e-Faktor	CO <sub>2</sub> e-Faktor	CO <sub>2</sub> e-Faktor
Transportentfernung	Transportentfernung	Transportentfernung	Transportentfernung

Um die Auswirkungen der fuhrparkbezogenen Maßnahmen sowohl im Hinblick auf die ausgestoßenen Emissionen als auch auf die Ökonomie realitätsnah abzubilden, werden einerseits die Einsparungen hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs und damit der ausgestoßenen Mengen an CO<sub>2</sub>e-Emissionen der verschiedenen Maßnahmen sowie andererseits deren Kosten benötigt. Zur Abbildung der Kosteneinsparungen werden weiterhin die Kosten für einen Liter Diesel benötigt.

Abschließend stellt die Anzahl der Kundenbestellungen einer Runde, die durch eine Zufallszahl abgebildet werden soll, ein weiterer Parameter dar, den es zu bestimmen gilt.

#### 4.4.2 Datenbeschaffung und -aufbereitung

Eine Grundlage für die Auswahl der Lieferanten und deren Standorte bilden die Rohstoffe, da das Vorkommen von Rohstoffen von der Verfügbarkeit in den jeweiligen Gebieten abhängt. Die Grundlage für die Auswahl der Rohstoffe bildet wiederum die Wahl des Zwischen- sowie Endproduktes. Ein Endprodukt, welches die in Abschnitt 4.3 definierten Anforderungen erfüllt, ist Müsli. Bei Müsli handelt es sich um ein Produkt, das in seinen Grundzutaten aus wenigen Rohstoffen besteht, sich aber auch aus unterschiedlichsten Rohstoffen und Zwischenprodukten zusammensetzen kann, deren Beschaffung wiederum aus verschiedenen Gebieten möglich ist. Als Zwischenprodukt wird Schokolade ausgewählt, da Schokolade in seinen Grundzutaten lediglich aus Kakaobohnen und Zucker besteht. Bei dem Endprodukt Müsli werden neben der Schokolade die drei Rohstoffe Haferflocken, Mandeln und getrocknete Äpfel als Bestandteile ausgewählt, da diese in unterschiedlichsten Regionen, abgesehen von den Mandeln, sowohl lokal als auch global angebaut werden und dadurch unterschiedliche Beschaffungsoptionen für die Teilnehmer abgebildet werden können. Im Hinblick auf die Zusammensetzung der beiden Erzeugnisse werden die in Tabelle 4.2 aufgelisteten Werte angenommen.

**Tabelle 4.2: Zusammensetzung der Erzeugnisse**

Schokolade (1 Einheit = 1 t)		Müsli (1 Einheit = 500 g)	
Kakaobohnen	800 kg	Schokolade	100 g
Zucker	400 kg	Haferflocken	300 g
		Mandeln	50 g
		Getrocknete Äpfel	50 g

Bei genauer Betrachtung zeigt sich, dass Zucker, Haferflocken und getrocknete Äpfel keine Rohstoffe sind, da diesen ein Verarbeitungsprozess vorausgeht. Es wird jedoch angenommen, dass die Verarbeitungsprozesse lokal erfolgen und die transportbedingten Emissionen daher minimal sind und vernachlässigt werden können. Im Weiteren werden diese Produktionsmaterialien daher wie Rohstoffe behandelt.

Je nach Rohstoff sollen den Teilnehmern drei bis vier Lieferanten aus unterschiedlichen Ländern zur Auswahl gestellt werden, um verschiedene Lieferoptionen mit unterschiedlicher Entfernung und unterschiedlichen Verkehrsträgern abbilden zu können. Im Rahmen von Testläufen kann weiterhin untersucht werden, ob das Hinzufügen weiterer Lieferanten

gegebenenfalls zu empfehlen ist. Bei der Auswahl der Standorte der Lieferanten wurde zunächst untersucht, ob die Beschaffung des jeweiligen Rohstoffes in Deutschland möglich ist. In diesem Fall wird ein in Deutschland ansässiger Lieferant für den Rohstoff ausgewählt. Für die Auswahl weiterer Lieferanten wurde sich an den Importanteilen der zu beschaffenden Rohstoffe nach Deutschland orientiert. Als Quelle hierfür dient das Tool OEC, welches die Importanteile verschiedener Länder für verschiedene Produkte und Rohstoffe bereitstellt (vgl. OEC 2018).

Bei der Festlegung der Einkaufspreise der verschiedenen Lieferanten wird eine abstrahierende Annahme getroffen. So ergeben sich bei der globalen Beschaffung insbesondere durch niedrige Lohnkosten in Schwellenländern Preisvorteile (vgl. Abschnitt 2.1.2). Rohstoffe werden jedoch keiner oder nur geringer Bearbeitung unterzogen, womit der Lohnkostenanteil und damit die Preisvorteile bei der globalen Beschaffung in der Regel geringer sind (van Weele und Eßig 2017, S. 31). Um in dem Planspiel jedoch den möglichen Konflikt zwischen Kosteneinsparungen der globalen Beschaffung und den ökologischen Vorteilen der lokalen Beschaffung zu berücksichtigen, werden die Einkaufspreise der globalen Lieferanten niedriger angesetzt als die der lokalen Lieferanten, auch wenn die Preise damit nicht der Realität entsprechen. Um sich dennoch an der Realität zu orientieren, werden die aktuellen Rohstoffpreise sowie die oben erwähnten Importanteile als Grundlage zur Bestimmung der Einkaufspreise herangezogen. So wird Lieferanten aus Deutschland der aktuelle Rohstoffpreis zugrunde gelegt. Die Quellen, aus denen die Rohstoffpreise der unterschiedlichen Rohstoffe bezogen wurden, werden in Tabelle A.2 im Anhang aufgeführt. Zur Bestimmung der Einkaufspreise der übrigen Länder wird eine Berechnung entsprechend der folgenden Formel vorgenommen:

$$\begin{aligned} \text{Einkaufspreis} = & \text{Aktueller Rohstoffpreis} - (\text{Aktueller Rohstoffpreis} \\ & * \text{Importanteil des Beschaffungslandes}) \end{aligned} \quad (4.1)$$

Da es sich bei den Einkaufspreisen somit um fiktive Preise handelt, werden bei der Bildung der Einstandspreise der verschiedenen Lieferoptionen neben den Transportkosten keine weiteren Preisnebenkosten, wie z. B. Zölle, einbezogen. Das Heranziehen der Transportkosten zur Bildung der Einstandspreise ist allerdings relevant, um die Unterschiede hinsichtlich der Kosten der verschiedenen Verkehrsträger berücksichtigen zu können. Als Grundlage für die Berechnung der Transportkosten der verschiedenen Relationen und Verkehrsträger dienen die Frachtsätze von Herry (2001, S. 75) (vgl. Tabelle 4.3). Diese sind zwar bereits aus dem Jahr 1999, aktuellere Daten zur Bestimmung von Transportkosten konnten im Rahmen der Recherche jedoch nicht ermittelt werden. Außerdem wird angenommen, dass die Relationen der Kosten in etwa gleich geblieben sind.

Zur Berechnung der Transportkosten der verschiedenen Transportrelationen werden die Frachtsätze mit den Transportentfernungen der jeweiligen Verkehrsträger einer Relation multipliziert. Grundlage für die Berechnung der Transportkosten bilden also die Transportentfernungen. Diese werden mithilfe des bereits vorgestellten Tools EcoTransIT ermittelt, das die Transportentfernungen für jeden Verkehrsträger einer Transportrelation separat aufschlüsselt (vgl. Abschnitt 2.5). Um auch Nachteile multimodaler Transporte zu

berücksichtigen, werden bei der Berechnung der Transportkosten weiterhin die Kosten für Umschlagprozesse einbezogen. Hierfür werden die Daten von Schwartz (2006) verwendet. Für Umschlagprozesse der Verkehrsträger Luft – Straße konnten keine Daten ermittelt werden. Aufgrund der bedeutend höheren Kosten des Lufttransports gegenüber den übrigen Verkehrsträgern sind die Kosten für Umschlag aber ohnehin weniger ausschlaggebend, weshalb diese vernachlässigt werden.

**Tabelle 4.3: Frachtsätze nach Herry (2001, S. 75)**

Verkehrsmittel	€/Tonnenkilometer
LKW	0,036 €
Bahn	0,025 €
Binnenschiff	0,015 €
Hochseeschiff	0,001 €
Luftfahrt	0,102 €

Zur Bestimmung der Losgrößen der unterschiedlichen Transportmittel wird zunächst definiert, mit welchen Ladungsträgern die Transporte durchgeführt werden. Grundsätzlich stehen für die unterschiedlichen Verkehrsträger verschiedene Ladungsträger zur Auswahl, die unterschiedliche Ladekapazitäten aufweisen. Für die Vermittlung der Maßnahme der transportoptimalen Bestellmengen ist es nicht relevant, mit welchen Ladungsträgern die Transporte durchgeführt werden, da sich jeweils lediglich die Höhe der optimalen Bestellmenge unterscheidet, die Vorteile der Maßnahme aber unabhängig von dem Ladungsträger aufgezeigt werden können. Daher wird zur Vereinfachung für die Teilnehmer die Annahme getroffen, dass bei Transporten mit den Verkehrsträgern See- und Binnenschiff sowie Schiene 20-Fuß-Container (TEU) eingesetzt werden. Für den Transport mit dem Verkehrsträger Straße wird angenommen, dass dieser mit Sattelzügen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 40 Tonnen abgewickelt wird. Bei Lufttransporten werden keine Ladungsträger abgebildet, da das Gewicht von Ladungsträgern beim Lufttransport aufgrund des generell hohen Ausstoßes an Emissionen keinen wesentlichen Einfluss auf die anteiligen Emissionen der Transporteinheiten nimmt. Die Maßnahme der Bestellmengenoptimierung ist beim Transport per Luft somit weniger relevant.

Eine realitätsnahe Festlegung der Losgrößen ist für den Lernerfolg nicht ausschlaggebend, womit für die verschiedenen Güter die gleichen Losgrößen je Ladungsträger angenommen werden könnten. Um die Komplexität bei der Entscheidungsfindung zu erhöhen, werden jedoch unterschiedliche Losgrößen definiert. Die Bestimmung der Losgrößen erfolgt vereinfachend über das Volumen der Ladungsträger und der Dichte der verschiedenen Güter, da diese als Schüttgut transportiert werden können. Verpackungen, Ladehilfsmittel sowie der Aspekt, dass eine vollständige Ausnutzung des Ladevolumens in der Regel nicht erreicht werden kann, werden vernachlässigt. Bei Gütern, die eine hohe Dichte aufweisen, begrenzt nicht das Volumen, sondern das zulässige Gesamtgewicht die Höhe der Losgröße. Die Losgrößen, die anhand dieses Vorgehens bestimmt wurden, werden in Tabelle 4.4 aufgelistet.



**Tabelle 4.4: Losgrößen der im Planspiel berücksichtigten Güter**

	TEU	Sattelzug
Zucker	28 t	26 t
Kakaobohnen	16 t	—
Schokolade	—	26 t
Haferflocken	12 t	25 t
Mandeln	15 t	26 t
Getrocknete Äpfel	10 t	25 t

Wie bereits beschrieben wurde, wurden die zur Berechnung der CO<sub>2</sub>e-Emissionen erforderlichen Transportentfernungen der verschiedenen Verkehrsträger mithilfe des Tools EcoTransIT ermittelt. Die für die Umrechnung der Kraftstoffe in CO<sub>2</sub>e-Äquivalente erforderlichen WTW-Faktoren werden des Weiteren aus der DIN EN 1628 entnommen (Tabelle 4.5).

**Tabelle 4.5: WTW-CO<sub>2</sub>e-Faktoren nach DIN EN 1628 (2013)**

Straße/Binnenschiff	Schiene (Elektro)	Seeschiff	Flugzeug
3,24 kg CO <sub>2</sub> e/l	0,574 g CO <sub>2</sub> e/kWh	3,41 kg CO <sub>2</sub> e/kg	3,88 kg CO <sub>2</sub> e/kg

Für die Berechnung der Emissionen des Verkehrsträgers Straße werden neben des 40-Tonnners drei weitere Fahrzeugklassen mit Nutzlasten von 26, 12 und 7.5 Tonnen zur Berechnung herangezogen, da angenommen wird, dass Transporte kleiner Mengen, die bei einem 40-Tonner einen geringen Auslastungsgrad bedeuten, mit Fahrzeugen kleinerer Nutzlast durchgeführt werden. Durch die Berücksichtigung der kleineren Fahrzeugklassen soll gewährleistet werden, dass dem Verkehrsträger Straße nicht mehr Emissionen zugerechnet werden als in der Realität ausgestoßen würden. Aus diesem Grund werden ebenso keine Leerfahrtenanteile bei der Berechnung berücksichtigt. Die erforderlichen Energieverbräuche bei einer Nutzlast von null sowie einer maximalen Nutzlast wurden von der Verkehrsrundschau im Rahmen von Tests über einen Zeitraum von mehr als zehn Jahren erhoben und werden deshalb als Grundlage verwendet (Kranke et al. 2011, S. 148). Beim Verkehrsträger Schiene unterscheiden sich die spezifischen Energieverbräuche nach der Topographie, Antriebsart und Zuglänge (vgl. Abschnitt 2.5). Für alle Transportrelationen wird die vereinfachende Annahme einer hügeligen Topographie getroffen, da diese in vielen europäischen Ländern vorzufinden ist und die Mehrheit der ausgewählten Lieferanten, bei denen die Schiene als Transportoption abgebildet ist, in Europa angesiedelt sind (Kranke et al. 2011, S. 185). Ebenso wird die nach Kranke et al. (2011, S. 185) für Deutschland typische mittlere Zuglänge angenommen, da keine weiteren Informationen über die typischen Zuglängen anderer Länder ermittelt werden konnten. Außerdem wird ein Elektro-Antrieb zugrunde gelegt, der in den meisten westlichen Ländern Europas eingesetzt wird, die ebenso die Mehrheit der abgebildeten Beschaffungsländer mit Schienentransport bilden (Verkehrsrundschau 2011, S. 6). Für den spezifischen Energieverbrauch bei dem Verkehrsträger Binnenschiff, der für die Berechnungen zugrunde gelegt wird, wird der Wert einer durchschnittlichen Relation angenommen, da keine Informationen vorliegen,

welche spezifischen Binnenschiffe eingesetzt werden (Kranke et al. 2011, S. 207). Dahingegen werden zur Berechnung der Emissionen beim Seeschiff-Transport für die verschiedenen Transportrelationen die spezifischen Energieverbräuche unterschieden nach der Handelsroute, z. B. Asien- oder Panama-Route, als Grundlage verwendet, da die Information über die Handelsroute für jede Relation bekannt ist. Zur Berechnung der Emissionen der Luftfracht wird der spezifische Energieverbrauch eines Frachtflugzeugs angenommen, da dieser niedriger ist als der des Passagierflugzeugs und somit eine Berechnung zugunsten des umweltschädlicheren Verkehrsträgerträgers Luft erfolgt.

Die Bestimmung der Lieferzeiten der unterschiedlichen Transportoptionen wird auf Basis der durchschnittlichen Geschwindigkeiten der verschiedenen Verkehrsträger, deren Quellen in Tabelle A.3 im Anhang aufgeführt sind, sowie der Transportentfernung gemäß folgender Formel vorgenommen:

$$\text{Lieferzeit (in Runden)} = \frac{\text{Transportentfernung}}{\text{Durchschnittsgeschwindigkeit des Verkehrsträgers} * 7} \quad (4.2)$$

Bei Transportoptionen, bei denen der Verkehrsträger Straße eine alternative Auswahlmöglichkeit zu den Verkehrsträgern Schiene und Binnenschiff darstellt, wird die Lieferzeit der Verkehrsträger Schiene und Binnenschiff aufgrund ihrer geringen Flexibilität sowie der erforderlichen Umschlagprozesse um eine Runde erhöht (vgl. Abschnitt 2.4.4).

Eine umfassende Übersicht über die fuhrparkbezogenen Maßnahmen und deren Einsparpotenzial hinsichtlich des Dieserverbrauchs und der damit verbundenen Kosten und Ausstöße an Emissionen sowie der Kosten für die Anwendung dieser Maßnahmen bietet Wittenbrink (2015, S. 38ff.). Im Rahmen des Planspiels werden die in Tabelle 4.6 aufgelisteten Maßnahmen abgebildet, die bei Fernverkehr-LKW angewandt werden. Wie in Abschnitt 2.4.4 erläutert wurde, können nicht alle Einsparpotenziale der verschiedenen Maßnahmen kumuliert werden. Außer den Maßnahmen der Telematik und Fahrerschulung werden in der Literatur jedoch keine Maßnahmen genannt, deren simultane Anwendung zu keiner Summierung der Einsparungen führt. Angenommen wird daher, dass die aerodynamischen Maßnahmen (Auflieger und Sattelzug) korrelieren und sich die Einsparpotenziale der beiden Maßnahmen nicht summieren. Des Weiteren können nicht gleichzeitig Super-Single- und Leichtlaufreifen gefahren werden, die Einsparungen werden folglich nicht summiert. Damit ergibt sich insgesamt ein Einsparpotenzial von bis zu 16 Prozent, das dem nach Wittenbrink (2014, S. 177) realistischen Einsparpotenzial von 15 Prozent nahezu entspricht.

Hinsichtlich des Fuhrparks des Schokoladenproduzenten wird angenommen, dass dieser aus einem Sattelzug mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 40-Tonnen besteht. Die fuhrparkbezogenen Maßnahmen werden damit auf ein Fahrzeug angewandt. Bezüglich der Preise für die Anwendung der Maßnahmen wird eine Anpassung auf den Zeithorizont des Planspiels vorgenommen, da sich die verschiedenen Maßnahmen je nach Höhe des Dieselpreises erst ab einem Zeitraum von fünf Monaten amortisieren (vgl. Wittenbrink 2014, S. 183). Dies geht allerdings über den betrachteten Zeitraum des Planspiels hinaus. Da neben den ökologischen auch die ökonomischen Vorteile der Maßnahmen für die Teilnehmer sichtbar werden sollen, werden die Preise der Maßnahmen herabgesetzt. Grundlage für die Bestimmung der Preise bildet die maximal mögliche Einsparung über die gesamte Spielzeit

bei dem berücksichtigten Treibstoffpreis von 1,30 €/l Diesel (Durchschnittspreis aus 2018 nach Statista (2019a)), wenn die Maßnahmen bereits in der ersten Spielrunde angewandt werden. Um darauf aufbauend die Kosten der verschiedenen Maßnahmen zu bestimmen, wird angenommen, dass die Summe der Kosten aller Maßnahmen der möglichen Einsparung entspricht. Bei Anwendung aller Maßnahmen in der ersten Runde ergeben sich damit weder negative noch positive Auswirkungen auf die Kosten. Die Teilnehmer müssen die Entscheidung über die Anwendung der verschiedenen Maßnahmen damit sorgfältig treffen, um auch ökonomische Vorteile zu erzielen. Die Kostenverhältnisse der Maßnahmen werden bei der Umrechnung beibehalten.

**Tabelle 4.6: Einsparung und Kosten der fuhrparkbezogenen Maßnahmen nach Wittenbrink (2014, S. 179)**

Maßnahme	Kosten	Kraftstoffeinsparung
Fahrschulung	800 €	5 %
Telematiksystem	2000 €	5 %
Aerodynamikpaket Fahrzeug	3000 €	5 %
Aerodynamikpaket Sattelaufleger	5000 €	5 %
Leichtlaufreifen	500 €	3 %
Super-Single-Reifen	2000 €	3 %
Reifendruckkontrollsystem	1000 €	3 %

Für den Lagerhaltungskostensatz wird der empfohlene Satz von 20 Prozent angenommen (vgl. Abschnitt 2.1.3). Für den Wert der Rohstoffe, der für die Berechnung der Lagerhaltungskosten erforderlich ist, wird der aktuelle Rohstoffpreis zugrunde gelegt. Der Wert der Erzeugnisse wird auf Basis der Werte der Produktionsmaterialien und der Zusammensetzung bestimmt. Der Fehlmengenkostensatz wird weiterhin mit 40 Prozent und damit in doppelter Höhe des Lagerhaltungskostensatzes angenommen. Diese Annahme begründet sich dadurch, dass ein niedriger Fehlmengenkostensatz in Höhe des Lagerhaltungskostensatzes die Teilnehmer dazu verleitet, geringe Bestandsmengen zu halten, da Fehlmengen die gleichen Auswirkungen wie Bestände haben.

Für die Höhe der Kundenbestellungen für das Endprodukt Müsli wird ein Mittelwert von 240.000 Verkaufseinheiten definiert, da dies wiederum zu einem durchschnittlichen Bedarf von 24 Tonnen Schokolade in einer Runde führt, die transportoptimale Losgröße der Transportrelation jedoch bei 26 Tonnen liegt und sich dadurch der Konflikt zwischen transportoptimalen Bestellmengen und erhöhten Lagerbeständen aufzeigen lässt. Ausgehend von den durchschnittlich 240.000 Bestellungen an Müsli wird eine maximale Produktionsmenge von 350.000 Einheiten in einer Runde definiert, was ein Ausgleich von Fehlmengen ermöglicht, allerdings nur in einem begrenzten Rahmen. Ebenso wird eine maximale Produktionsmenge an Schokolade von 40 Tonnen definiert. Allerdings können auch diese Werte nach der Durchführung von Testläufen neu konfiguriert werden.

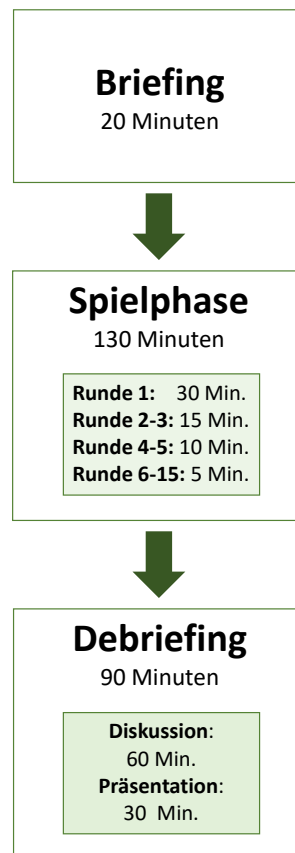
## 4.5 Ablauf des Planspiels

Wie in Abschnitt 3.4 gezeigt wurde, stellen das Briefing und insbesondere das Debriefing neben der eigentlichen Spielphase wichtige Phasen für den Lernerfolg bei der Durchführung eines Planspielseminars dar. Bei der Durchführung eines reinen Fernplanspiels ist die Integration dieser Phasen jedoch nicht direkt möglich, weshalb die Durchführung des Planspiels als Präsenzplanspiel bevorzugt wird.

Im Rahmen des Briefings führt ein Spielleiter die Teilnehmer in das Planspiel ein. Hierzu gibt dieser den Teilnehmern zunächst einen Überblick über den Ablauf des Planspielseminars, der in diesem Abschnitt erläutert wird. Weiterhin gewährt der Spielleiter den Teilnehmern einen Einblick in die Thematik des GSCM, da bei den Teilnehmern keine Kenntnisse im GSCM vorausgesetzt werden. Dabei erläutert der Spielleiter, worum es sich beim GSCM handelt und welche Ziele das GSCM im Wesentlichen verfolgt. Des Weiteren bringt der Spielleiter den Teilnehmern das grundlegende Konzept des Planspiels nahe, indem er die Rollen sowie wesentlichen Aufgaben und Ziele des Projektteams erläutert. Zudem wird den Teilnehmern aufgezeigt, wie sich diese für das Planspiel anmelden und damit mit der Durchführung des Planspiels beginnen können. Diese Einführung wird anhand einer Präsentation durchgeführt, die dem beiliegenden Datenträger beigelegt ist. Im Anschluss an die Präsentation werden die Gruppen gebildet und diesen die Zugangsdaten für den Login, die vor dem Planspielseminar von dem Spielleiter zu erzeugen sind, übergeben. Außerdem soll den Teilnehmern die Spielanleitung (vgl. Abbildung A.1) in ausgedruckter Form übergeben werden. Diese Spielanleitung soll zwar digital in dem Planspiel abrufbar sein, durch den Ausdruck soll jedoch die Bedienung erleichtert werden, indem ein wiederholtes Wechseln verschiedener Ansichten der Benutzeroberfläche des Planspiels vermieden wird. Für das gesamte Briefing wird eine Zeitdauer von 20 Minuten eingeplant.

Im Anschluss an das Briefing erfolgt die Spielphase, die idealerweise lokal durchgeführt wird, um den Teilnehmern die Möglichkeit zu geben, dem Spielleiter bei Unklarheiten bezüglich des Planspiels Zwischenfragen zu stellen. Damit es den Teilnehmern möglich ist, die Auswirkungen verschiedener Handlungsalternativen über einen längeren Zeithorizont erleben zu können, bei den Teilnehmern jedoch keine Langeweile aufgrund sich wiederholender Abläufe und Entscheidungen auftritt, wird die Anzahl der Spielrunden auf 15 determiniert. Für die gesamte Durchführung des Planspiels wird eine Zeitdauer von 130 Minuten angesetzt, die sich, wie in Abbildung 4.2 dargestellt, zusammensetzt. Für das Spielen der ersten Runde werden den Teilnehmern 30 Minuten zur Verfügung gestellt, damit sich die Teilnehmer mit der Ausgangssituation sowie der Spieloberfläche vertraut machen, alle relevanten Informationen sichten, sowie ihre Vorgehensweise für das Treffen ihrer Entscheidungen und Strategien planen können. Für die nachfolgenden Spielrunden wird den Teilnehmer mit steigender Rundenzahl weniger Zeit für das Treffen ihrer Entscheidungen eingeräumt, sodass für das Spielen der letzten zehn Runden lediglich fünf Minuten einkalkuliert werden. Dies begründet sich dadurch, dass sich die Abläufe bei dem Treffen der Entscheidungen wiederholen, womit die Teilnehmer ihre Entscheidungen schneller als zu Beginn treffen können. Das Starten neuer Runden erfolgt nicht synchron, damit für

Gruppen, die weniger als die eingeplanten Zeiten benötigen, keine Wartezeiten entstehen. Folglich besteht für die Teilnehmer die Möglichkeit, von den dargestellten Zeitvorgaben abzuweichen, solange die eingeplante Gesamtdauer nicht überschritten wird.



**Abbildung 4.2: Ablauf des Planspielseminars**

Nach Abschluss der Spielphase erfolgt das Debriefing. Für die Durchführung des Debriefings werden zwei Varianten ausgearbeitet. Die erste Variante beschreibt das Vorgehen zur Durchführung des Debriefings bei einer idealen Anzahl von acht bis zwölf Teilnehmern, also vier bis sechs Spielgruppen. Hierbei wird vorgesehen, dass die Teilnehmer zunächst anhand der in Tabelle 4.7 aufgelisteten Fragen, die sich an den Leitfragen von Kriz und Nöbauer (2015), ihr Vorgehen bei der Planspieldurchführung, ihre Strategien und Entscheidungen reflektieren sowie die Auswirkungen ihrer Entscheidungen analysieren und innerhalb ihrer Spielgruppe diskutieren (vgl. Tabelle A.1 im Anhang). Dabei sollen die Spielgruppen zudem eine Kurzpräsentation vorbereiten, in der sie die wesentlichen Ergebnisse der Diskussion vorstellen. Diese Kurzpräsentationen, für die eine Dauer von jeweils fünf Minuten vorgesehen wird, sollen so einen Vergleich der Vorgehensweisen und Analysen der verschiedenen Spielgruppen ermöglichen. Gleichzeitig werden die Teilnehmer darin geübt, unter Zeitdruck eine Präsentation vorzubereiten und diese vor dem Publikum zu halten.

Bei einer größeren Anzahl an Teilnehmern ist die Durchführung dieses Debriefing-Ablaufs mit einem hohen Zeitaufwand verbunden, wodurch sich die Integration des Planspielseminars in eine Lehrveranstaltung schwierig gestaltet. Außerdem ist davon auszugehen, dass

sich die Vorgehensweisen bei der Planspieldurchführung und die Analysen der Spielergebnisse bei einer hohen Anzahl an Spielgruppen wiederholen. Somit ist mit steigender Anzahl an Präsentationen zu erwarten, dass dies zu Langweile bei den Teilnehmern führt und sich keine weiteren Lerneffekte einstellen. Als Alternative wurde daher auf Basis der Fragen aus Tabelle 4.7 ein Fragebogen entwickelt, anhand dessen die Teilnehmer ihre Entscheidungen und deren Auswirkungen analysieren können (vgl. Abbildung A.2 im Anhang). Dieser Fragebogen enthält neben den Fragen zur Reflexion auch Fragen zur Evaluierung des Planspiels, die auf dem Fragebogen von Trautwein (2011) basieren.

**Tabelle 4.7: Leitfragen für die Präsentation**

- 
1. Wie war ihr grundsätzliches Vorgehen?
  2. Welche Strategien haben Sie verfolgt?
    - a) Hatten die Strategien die erwarteten Auswirkungen?
    - b) Haben Sie Ihre Strategie gewechselt?
  3. Ist das Planspiel realistisch?
  4. Können Sie Schlussfolgerungen für Ihre spätere berufliche Praxis ziehen?
- 

Da das Planspiel als interaktives Computer-Planspiel mit Online-Datenübertragung realisiert wird, besteht weiterhin die Möglichkeit, von dem idealen Ablauf und der Durchführung als Präsenzplanspiel abzuweichen. So ist es z. B. möglich, Briefing, Debriefing sowie eine definierte Anzahl an Spielrunden lokal durchzuführen und die restlichen Spielrunden an verteilten Orten spielen zu lassen. Diese Variante hat den Vorteil, dass für die Veranstaltung vor Ort weniger Zeit eingeplant werden muss, was die Flexibilität bei der Integration des Planspiels in eine Lehrveranstaltung erhöht. Eine weitere Option besteht darin, das Planspiel als reines Fernplanspiel mit Verzicht auf Briefing und Debriefing durchzuführen. Aufgrund der Bedeutung des Debriefings für den Lerneffekt wird diese Variante jedoch nicht empfohlen (vgl. Abschnitt 3.4).

In dem vorgestellten zeitlichen und inhaltlichen Ablauf wurden bis dato keine Pausen berücksichtigt. Um die Konzentration der Teilnehmer aufrecht zu erhalten, sollten in dem Planspielseminar jedoch Pausen berücksichtigt werden. Vorgaben zur Einplanung der Pausen werden allerdings nicht gemacht, da diese auf den zeitlichen Rahmen der Lehrveranstaltung angepasst werden sollten.

## 4.6 Entwicklung der Spielregeln

Im Hinblick auf die Durchführung des Planspiels werden den Teilnehmern keine Verhaltensvorschriften oder Verbote ausgesprochen. So wird den Teilnehmern auch gestattet, bei Rückfragen den Spielleiter zu kontaktieren. Dem Spielleiter ist es wiederum gestattet, bei gegebenenfalls eintretenden Schwierigkeiten Hilfestellungen zu geben. Außerdem wird dem Spielleiter gewährt, den Zeitrahmen während der Spielphase anzupassen, falls die Mehrheit der Spielgruppen mehr Zeit benötigt oder dem Zeitplan voraus ist. Durch eine Verkürzung des Zeitplans kann zudem der Schwierigkeitsgrad des Planspiels erhöht werden, da die Teilnehmer unerwartet unter Zeitdruck Entscheidungen treffen müssen.

Die wesentlichen Spielregeln zur Durchführung des Planspiels wurden im Rahmen dieses Kapitels durch die Erläuterung des Planspielkonzepts bereits vermittelt, weshalb für eine Zusammenfassung auf die Spielanleitung im Anhang verwiesen wird (vgl. Abbildung A.1). An dieser Stelle soll jedoch noch hinzugefügt werden, dass die Spielgruppen ihre Entscheidungen immer am Ende einer Runde für die Folgerunde treffen. Dabei können z.B. Bestellungen, die für Folgerunden getätigt werden, vor dem Starten der nächsten Runde storniert werden. Bestellungen, die in vorherigen Runden getätigt wurden, können wiederum nicht storniert werden, da davon ausgegangen wird, dass die Bestellungen bei deren Aufgabe den Warenausgang des Lieferanten verlassen. Außerdem würde dies die Planungsaufgaben stark vereinfachen.

## 4.7 Konfiguration der Startzustände

Wie in Abschnitt 4.2.2 definiert wurde, bildet die Reduzierung der transportbedingten Emissionen bei gleichzeitig minimalen Kosten entlang der Supply Chain die wesentliche Zielgröße des Planspiels. Um jedoch eine Reduzierung der Emissionen abbilden und die Spielergebnisse vergleichen zu können, sollen die Spielergebnisse eines Durchgangs, der über 15 Runden durchgeführt wird, als Referenz dienen. Im Rahmen von Testläufen soll weiterhin ein Prozentsatz bestimmt werden, der angibt, um wie viel Prozent die Teilnehmer den Emissionsausstoß reduzieren sollen. Bei dem Durchgang, der als Referenz dient, soll keine der Handlungsmaßnahmen angewandt werden, da im Ausgangsszenario davon ausgegangen wird, dass die betrachteten Unternehmen bis dato keinen Fokus auf Umweltaspekte legten. Außerdem ist so das Potenzial zur Reduzierung der Emissionen besonders groß.

Damit den Teilnehmern erste Anhaltspunkte hinsichtlich der Bewertungsindikatoren sowie insbesondere der Höhe der Kundenbestellungen gegeben sind, sollen des Weiteren zu Beginn des Planspiels die Spielergebnisse der Runden 13 bis 15 eines Referenzdurchgangs, ausgegeben als Runde -2 bis 0, angezeigt werden. Daneben werden die Bestellungen, die in dem Referenzdurchgang für zukünftige Runden getätigt wurden, auch auf die Ausgangssituation übertragen, um den Teilnehmern einen Einstieg in das Planspiel zu ermöglichen, ohne dass gleich zu Beginn Fehlmengen verursacht werden. Die Kosten und THG-Emissionen, die für diese Bestellungen anfallen, werden bei der Berechnung des Endergebnisses jedoch nicht miteinbezogen.

# 5 Implementierung des Planspiels

Die Entwicklung der Planspielsoftware erfolgt anhand der in Abschnitt 3.7.3 erläuterten Phasen der Softwareentwicklung. So werden auf Basis des in Kapitel 4 gestalteten Planspielskonzepts zunächst die Anforderungen hinsichtlich der Funktionen definiert, die die zu entwickelnde Software umfassen soll. Darauf aufbauend werden Bewertungskriterien entwickelt, um verschiedene Implementierungsansätze zu vergleichen und einen geeigneten Ansatz für die Implementierung auszuwählen. In Abschnitt 5.1.3 werden die Grundlagen des entworfenen Datenmodells erläutert, während im Anschluss daran die Software-Architektur konzipiert wird. Im Rahmen der Spezifizierung der Software-Komponenten in Abschnitt 5.2.3 werden die grundlegenden Strukturen der Software-Komponenten erläutert, die als Grundgerüst für die Implementierung dienen. Auf eine Beschreibung auf Detailebene wird dabei jedoch verzichtet, um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu übersteigen. Da die Implementierungsphase im Wesentlichen mit Programmierarbeiten verbunden ist, wird diese Phase im Rahmen der Arbeit ebenso nicht näher erläutert. Zum Abschluss der Softwareentwicklung erfolgt der Test der Software. Neben den Funktionalitäten der Software wird hierbei auch das Planspiel getestet, um die Eignung des Planspiels hinsichtlich der definierten Ziele zu untersuchen. Abschließend werden darüber hinaus die Ergebnisse der Arbeit erörtert und diskutiert.

## 5.1 Anforderungsanalyse

### 5.1.1 Definition der Software-Anforderungen

Grundsätzlich interagieren die zwei Akteure Spielleiter und Teilnehmer mit der zu konzipierenden Software. Dabei ergeben sich für die beiden Akteure unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich der Software-Funktionalitäten.

Der Spielleiter soll die Möglichkeit haben, die Spielergebnisse der Spielgruppen nachverfolgen zu können. Einerseits hat der Spielleiter so einen Überblick über die aktuellen Spielfortschritte der Gruppen, um den Teilnehmern gegebenenfalls mehr Zeit für die Durchführung der Spielphase zu gewähren oder die Zeit zu reduzieren. Andererseits besteht dadurch die Möglichkeit des Vergleichs der Endergebnisse durch den Spielleiter. Hierdurch ergibt sich die Anforderung, dass die Spieldaten zentral gespeichert werden und den Spielgruppen eindeutig zugeordnet werden können. Somit bildet ein Login-System, bei dem sich die Teilnehmer, aber auch der Spielleiter mit einem Benutzernamen und Passwort anmelden können, eine weitere Anforderung an die Software. Ebenso stellen das Anlegen der Benutzerkonten für die teilnehmenden Gruppen sowie das Löschen und Zurücksetzen der Benutzerkonten auf die Runde null zentrale Funktionen der Spielleiter-Komponente dar.



In den Abschnitten 4.1.3 und 4.2.6 wurde definiert, dass je zwei Teilnehmern ein Computer zur Verfügung steht und das Planspiel in einer Gruppe von zwei Personen durchgeführt wird. Daher spielen die Teilnehmer das Planspiel gemeinsam an einem Computer und erhalten folglich einen gemeinsamen Benutzerzugang. Die übergeordnete Anforderung an die Software hinsichtlich der Teilnehmer-Komponente liegt darin, die Durchführung des Planspiels zu ermöglichen. Hierfür muss die Software die Ausgangssituation des Planspiels sowie die Spielergebnisse der vergangenen Runden auf einer Benutzeroberfläche ausgeben. Die Ausgabe der Spielergebnisse soll dabei sowohl im Tabellenformat als auch in Form von Diagrammen erfolgen, da Diagramme die Darstellung großer Informationsmengen ermöglichen und so dabei helfen können, Schlussfolgerungen zu ziehen (Lachmayer 2008, S. 6). Eine weitere Anforderung an die Software besteht darin, dass die Benutzer ihre Entscheidungen eingeben können. Dazu zählen das Tätigen von Bestellungen, was die Eingabe von Bestellmengen erfordert, sowie das Anwenden der fuhrparkbezogenen Maßnahmen. Weiterhin muss die Software nach dem Starten einer Runde durch die Teilnehmer die Ergebnisse dieser Runde berechnen. Da die Durchführung des Planspiels durch eine hohe Interaktion mit der Benutzeroberfläche gekennzeichnet ist, soll die Software den Teilnehmern des Weiteren eine komfortable Bedienung bieten.

## 5.1.2 Auswahl des Implementierungsansatzes

### 5.1.2.1 Entwicklung von Bewertungskriterien

Ein Ausschlusskriterium für die Vorauswahl des Implementierungsansatzes bilden die Kosten des Ansatzes. So dürfen weder bei der Implementierung des Planspiels noch bei dessen Durchführung Lizenzgebühren für das ITPL oder die Teilnehmer anfallen, unabhängig davon, ob diese einmalig oder in einem regelmäßig wiederkehrenden Zeitraum zu entrichten sind.

Für die Auswahl eines Implementierungsansatzes werden weiterhin Bewertungskriterien entwickelt, die für einen direkten Vergleich der nach der Vorauswahl infrage kommenden Ansätze herangezogen werden.

Durch die in Abschnitt 5.1.1 definierten Software-Anforderungen ergeben sich grundlegende Anforderungen hinsichtlich der unterstützten grafischen Bedienelemente. So soll die Software Textfelder zur Eingabe von Entscheidungen und Anmeldeinformationen sowie Schaltflächen zur Bestätigung der Eingaben unterstützen. Daneben soll die Ausgabe von Tabellen und Diagrammen möglich sein, womit die *Benutzeroberfläche* das erste Bewertungskriterium darstellt. Ein weiteres Kriterium bildet die *Plattformunabhängigkeit*. Die Teilnehmer führen das Planspiel an ihren eigenen Notebooks durch, wobei auf diesen verschiedene Betriebssysteme installiert sein können. Um zu gewährleisten, dass das Planspiel auf möglichst vielen Notebooks lauffähig ist, soll das Planspiel mindestens die drei führenden Betriebssysteme Windows, Mac OS X und Linux unterstützen. Weiterhin stellt ein *minimaler Installationsaufwand* ein Bewertungskriterium dar. So sind Installationen einerseits mit einem zeitlichen Aufwand verbunden, andererseits können bei der Installation Fehler auftreten, wodurch der Ablauf des Planspiels gestört werden kann und es

somit gegebenenfalls zu Verzögerungen im zeitlichen Ablauf kommt. Außerdem müssen die Installationsdateien bereitgestellt werden.

Eine Gewichtung der Bewertungskriterien wird für den Vergleich der Ansätze nicht vorgenommen, da den Kriterien die gleiche Relevanz beigemessen wird.

### 5.1.2.2 Vergleich von Implementierungsansätzen

Im Rahmen dieses Abschnittes werden zunächst die in Abschnitt 3.7.1 betrachteten Ansätze, die für die Implementierung von Planspielen infrage kommen, hinsichtlich des definierten Ausschlusskriteriums geprüft, bevor im Anschluss daran der Vergleich der nicht ausgeschlossenen Ansätze anhand der Bewertungskriterien durchgeführt wird.

Wie in Abschnitt 3.7.1 bereits erläutert wurde, konnten keine kostenlos verfügbaren Planspielgeneratoren ermittelt werden. Außerdem konnte keine kostenlose Simulationssoftware recherchiert werden, die bereits für Planspiele eingesetzt wurde. Daher wird auf Heranziehen dieser beiden Implementierungsansätze für den engeren Auswahlprozess verzichtet. Im Hinblick auf Tabellenkalkulationsprogramme ist festzustellen, dass die am weitesten verbreitete Software Excel, nicht kostenlos ist. Zwar ist davon auszugehen, dass eine Vielzahl der möglichen Teilnehmer Excel auf ihren Rechnern installiert hat, allerdings kann dies nicht garantiert werden. Daher wird im Folgenden die frei verfügbare Software OpenOffice Calc, die einen ähnlichen Funktionsumfang wie Excel bietet, für den Vergleich herangezogen. Des Weiteren werden die in Abschnitt 3.7.1 betrachteten Implementierungsansätze Desktop- und Web-Anwendung für den Vergleich herangezogen. Da es sich bei der Software OpenOffice Calc auch um eine Desktop-Anwendung handelt, wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass unter dem Implementierungsansatz Desktop-Anwendung die Entwicklung einer eigenen Desktop-Anwendung verstanden wird.

Für den Vergleich der verschiedenen Ansätze werden die drei Ausprägungen gut, mittel und schlecht herangezogen. Um nach der Anwendung der Bewertungskriterien einen Ansatz auswählen zu können, werden den Ausprägungen Werte zugeordnet. Die Ausprägung gut entspricht dabei dem Wert zwei, mittel dem Wert eins und schlecht dem Wert null. Durch eine Addition der entsprechenden Werte der Spalten in Tabelle 5.1 ist folglich die Auswahl eines Ansatzes möglich.

**Tabelle 5.1: Bewertungsmatrix zum Vergleich der Implementierungsansätze**

	Desktop-Anwendung	Web-Anwendung	OpenOffice Calc
Installationsaufwand	-	+	-
Plattformunabhängigkeit	o	+	+
Benutzeroberfläche	+	+	+

**Legende:**

+ gut; o mittel; - schlecht

Die Ansätze Desktop-Anwendung sowie OpenOffice Calc erfordern eine Installation auf den Rechnern der Teilnehmer, weshalb beide Ansätze hinsichtlich des Installationsaufwandes als „schlecht“ bewertet werden. Dem Einsatz einer Web-Anwendung geht, abgesehen von

einem Webbrowser, der in der Regel auf jedem Rechner installiert ist, keine Installation voran. Daher wird das Kriterium mit der Ausprägung „gut“ beurteilt.

Der Einsatz einer Laufzeitumgebung, wie z. B. die kostenlose Java-Laufzeitumgebung, ermöglicht das Ausführen von Desktop-Anwendungen auf den definierten Betriebssystemen (vgl. Abschnitt 3.7.1). Ein Einsatz auf mobilen Endgeräten ist damit jedoch nicht möglich. Daher wird die Plattformunabhängigkeit der Desktop-Anwendung mit „mittel“ bewertet. Neben der Unterstützung der definierten Betriebssysteme bietet OpenOffice Calc sogar eine Version für Tablets und Smartphones, weshalb für das Kriterium Plattformunabhängigkeit die Beurteilung „gut“ erfolgt. Da der für Web-Anwendungen erforderliche Webbrowser auf einer Vielzahl von Betriebssystemen sowohl für Computer als auch Tablets und Smartphones lauffähig ist, wird die Plattformunabhängigkeit ebenso mit „gut“ bewertet.

Die Anforderungen hinsichtlich der erforderlichen Bedienelemente der grafischen Benutzeroberfläche werden von allen Implementierungsansätzen erfüllt. Außerdem werden von allen Ansätzen auch weitere Bedienelemente, wie z. B. Auswahllisten und Dialoge, unterstützt, weshalb die Bewertung des Kriteriums für alle Ansätze mit „gut“ erfolgt.

Die Auswertung der Ausprägungen ergibt für den Ansatz Desktop-Anwendung eine Bewertung von drei sowie für das Tabellenkalkulationsprogramm OpenOffice Calc einen Wert von vier. Die Web-Anwendung erreicht einen Wert von sechs, weshalb die Entscheidung getroffen wird, das Planspiel als Web-Anwendung zu entwickeln.

### 5.1.3 Datenmodellierung

In Abschnitt 5.1.1 wurde definiert, dass der Spielleiter einen Zugriff auf die Spielergebnisse der Teilnehmer haben soll. Diese während der Planspieldurchführung generierten Daten werden daher zentral in einer Datenbank gespeichert. Daneben werden auch die in Abschnitt 4.4 betrachteten, erforderlichen Daten in der Datenbank gehalten, die während der Planspieldurchführung nicht verändert werden, jedoch die Grundlage für das Planspiel bilden. Relationale Datenbanken bieten insbesondere Vorteile hinsichtlich der Flexibilität bei Änderungen und Ergänzungen (vgl. Abschnitt 3.7.2). Um nach der Implementierung Modifikationen an dem Planspiel zu ermöglichen, die gegebenenfalls zu Anpassungen in den Datenstrukturen führen, wird daher eine relationale Datenbank eingesetzt. Im Folgenden wird auf die wesentlichen Elemente des entwickelten Datenmodells eingegangen, das in Abbildung 5.1 dargestellt ist und die Struktur vorgibt, in der die Daten gespeichert werden.

Zu den zentralen Komponenten des Planspielmodells zählen die beiden Produzenten sowie die Lieferanten, die die Produktionsmaterialien liefern (vgl. Abschnitt 4.3). Die Informationen über diese Komponenten werden in der Relation „Unternehmen“ gehalten. Die Produktionsmaterialien und Erzeugnisse, die ebenso Bestandteil des Planspielmodells sind, werden wiederum in der Relation „Artikel“ zusammengefasst. Die mengenmäßige Zusammensetzung eines Artikels kann durch eine sogenannte rekursive Struktur abgebildet werden. So werden über die Relation „Artikelstruktur“ zwei Artikel miteinander

verknüpft, wobei der Fremdschlüssel oberartikel dem Erzeugnis entspricht, während der Fremdschlüssel unterartikel ein Produktionsmaterial darstellt. Durch das Attribut menge wird wiederum die Menge beschrieben, die von dem Produktionsmaterial benötigt wird, um eine Einheit des Erzeugnisses zu produzieren.

Die Daten über die verschiedenen Optionen, die die Lieferanten für die Lieferung eines Artikels anbieten, werden in der Relation „Lieferoptionen“ gehalten. Neben der Information, welcher Artikel von welchem Unternehmen geliefert wird, enthält diese Relation somit die Informationen, welche Verkehrsträger für die Durchführung der Lieferung eingesetzt werden und welche Entfernung die jeweiligen Verkehrsträger für den Transport zu dem abnehmenden Unternehmen zurücklegen. Ein relevantes Attribut stellt diesbezüglich weiterhin die Lieferzeit dar. In den Relationen „Fahrzeugklassen“, „Bahntransport“, „Lufttransport“ sowie „Schiffstransport“, die mit der Relation Lieferoptionen in Beziehung stehen, werden zudem die weiteren relevanten Informationen zur Berechnung der THG-Emissionen der Transporte gehalten.

Bei den bis dato betrachteten Relationen und Beziehungen wurden lediglich Daten berücksichtigt, die während der Planspieldurchführung nicht verändert werden. Im Folgenden wird noch auf die Daten eingegangen, die während der Planspieldurchführung generiert werden. Da es sich bei diesen Daten um Spielergebnisse der Teilnehmer handelt, ist insbesondere die eindeutige Zuordnung der Daten zu den Teilnehmern von Relevanz. In der Relation „Benutzer“ werden die Zugangsdaten der Teilnehmer, also Benutzername und Passwort gespeichert, während durch den Primärschlüssel eine Zuordnung der Daten zu den jeweiligen Benutzern realisiert wird. Bei der Eingabe der Entscheidungen durch die Benutzer ist neben der Identifizierung, welcher Benutzer die Entscheidung getroffen hat, von Relevanz, in welcher Runde und für welches der beiden produzierenden Unternehmen die Entscheidung getroffen wurde. Diese Verknüpfung erfolgt über die Relation „Runden“. Somit kann z. B. bei der Aufgabe einer Bestellung eindeutig zugeordnet werden, welcher Benutzer diese Bestellung in welcher Runde getätigt hat und welches Unternehmen der Abnehmer der Bestellung ist. Diese Informationen werden wiederum in der Relation „Bestellung“ gespeichert, die eine n:1-Beziehung zur Relation „Lieferoptionen“ verbindet. Durch diese Beziehung ist eindeutig, welcher Artikel von welchem Lieferanten bezogen wird und welche Verkehrsträger bei dem Transport eingesetzt werden. Außerdem kann auf Basis der Runde, in der die Bestellung aufgegeben wurde und der Lieferzeit einer Lieferoption die Runde der geplanten Ankunft einer Bestellung ermittelt werden. Die geplante Ankunft entspricht jedoch nicht in allen Fällen der Runde, in der eine Bestellung tatsächlich angeliefert wird. In Abschnitt 4.3 wurde zwar definiert, dass bei den Lieferprozessen der Lieferanten keine Zufälle berücksichtigt werden, sodass deren Bestellungen in der geplanten Runde eintreffen, bei den beiden Produzenten kann es jedoch aufgrund von Fehlmengen zu verzögerten Lieferungen kommen. Daher werden die Informationen über die tatsächlich ausgeführten Liefervorgänge in der Relation „Auslieferungen“ gehalten.

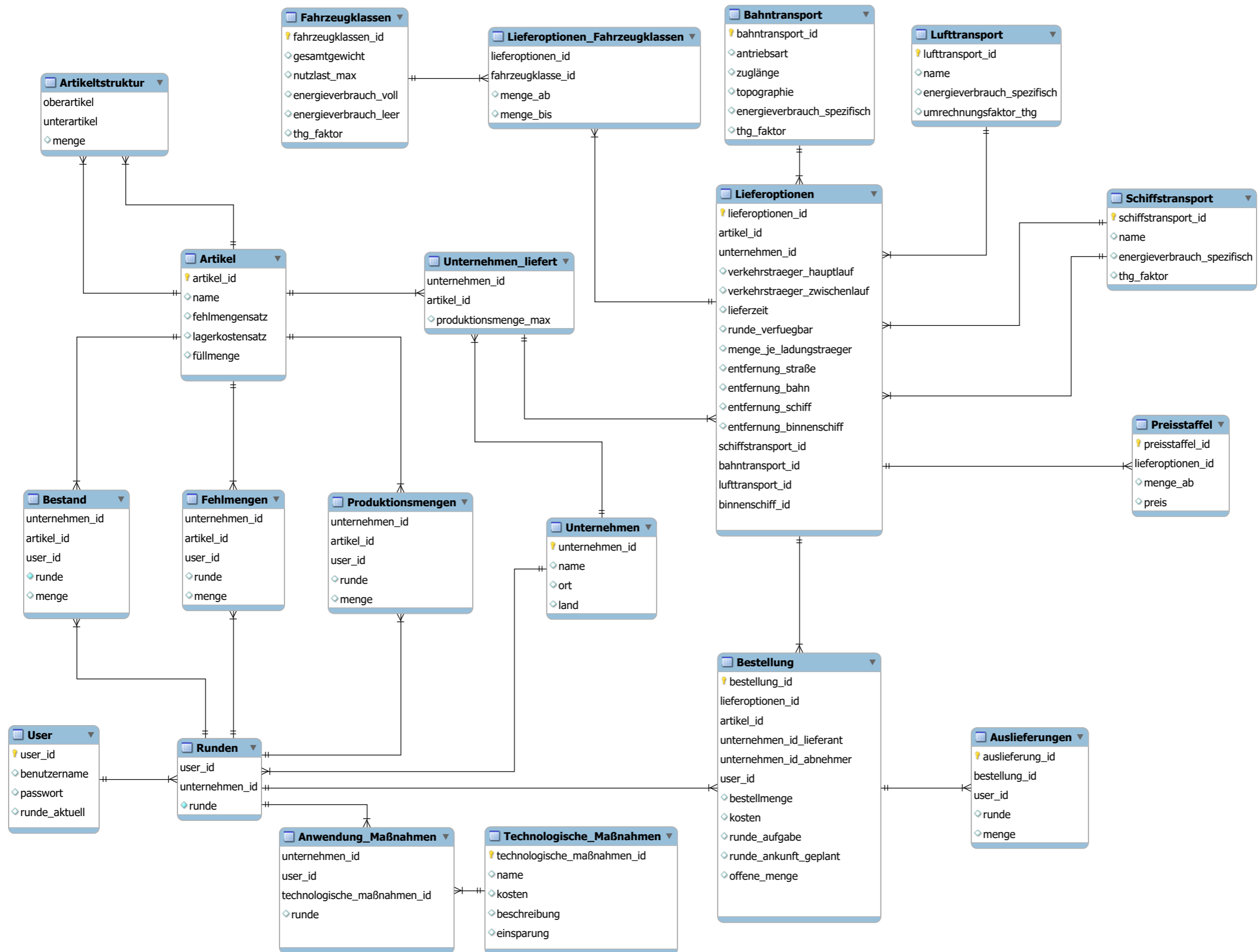


Abbildung 5.1: Relationales Datenmodell

## 5.2 Softwaredesign

### 5.2.1 Gestaltung der Benutzeroberfläche

Aus Abschnitt 5.1.1 geht hervor, dass die zwei Akteure Spielleiter und Teilnehmer mit der Software interagieren. Daraus ergibt sich, dass grundsätzlich zwei unterschiedliche Benutzeroberflächen gestaltet werden müssen. Des Weiteren soll der Zugang zu diesen Benutzeroberflächen über eine Login-Oberfläche erfolgen.

Der grundlegende Aufbau der Teilnehmer-Oberfläche setzt sich aus den vier Bereichen Header, Inhalt, Menü- sowie Navigationsleiste zusammen. Zur Veranschaulichung dieser Bereiche wird in Abbildung 5.2 die Oberfläche des bereits implementierten Planspiels dargestellt. Während im Header die Rundenzahl angezeigt wird, für die die Teilnehmer ihre Entscheidungen treffen, dient die Menüleiste einem schnellen Zugriff auf zentrale Informationen wie die Produktzusammensetzungen oder Fehlmengen- und Lagerhaltungskostenätze. Darüber hinaus integriert die Menüleiste eine Schaltfläche zur Durchführung des Logout-Vorgangs. Die Navigationsleiste trennt wiederum die verschiedenen Inhaltsbereiche. Zu den verschiedenen Inhaltsbereichen zählt die Startseite, auf der die wesentlichen Informationen für die Durchführung des Planspiels zusammengefasst sind. Des Weiteren werden in den Inhaltsbereichen des Müsli- und Schokoladenproduzenten die notwendigen Textfelder und Schaltflächen zur Eingabe der Entscheidungen dargestellt sowie die Spielergebnisse der vergangenen Runden angezeigt. Dabei werden für die jeweiligen Einkaufsmaterialien die zur Auswahl stehenden Lieferanten und Lieferoptionen sowie für eine hohe Transparenz die noch offenen Bestellungen ausgegeben. Außerdem werden die in Abschnitt 4.2.4 definierten Bewertungsindikatoren der vergangenen Spielrunden für alle Güter separat und in Summe sowohl in Tabellenformat als auch mithilfe von Diagrammen dargestellt. Die Diagramme sollen dabei durch ein Betätigen einer Schaltfläche in Dialogfenstern angezeigt werden. Im Inhaltsbereich des Müsliproduzenten werden zudem die verschiedenen fuhrparkbezogenen Maßnahmen, die die Teilnehmer anwenden können, zur Auswahl gestellt sowie die diesbezüglich relevanten Indikatoren ausgegeben. Unter einem weiteren Navigationselement werden die Indikatoren der beiden Unternehmen zusammengefasst, um so die Leistung der gesamten Supply Chain bewerten zu können. Ein weiteres Element der Teilnehmer-Oberfläche bildet eine Schaltfläche zum Starten einer neuen Runde. Neben dieser Oberfläche, die während der Planspieldurchführung ausgegeben werden soll, soll am Ende des Planspiels, also nach dem Beenden von Runde 15, eine andere Oberfläche ausgegeben werden, auf der lediglich die Endergebnisse einer Spielgruppe sowie für einen Ergebnisvergleich die Ergebnisse des Referenzdurchgangs ausgegeben werden. Um den Teilnehmern während der Planspieldurchführung eine komfortable Bedienung zu ermöglichen, soll die Teilnehmer-Oberfläche als Single-Page-Web-Anwendung realisiert werden. Folglich soll ein Wechsel zwischen den verschiedenen Inhaltsbereichen, die Eingabe der Entscheidungen sowie die Anzeige von Diagrammen ermöglicht werden, ohne dass die Webseite neu geladen wird und für den Anwender Wartezeiten entstehen.

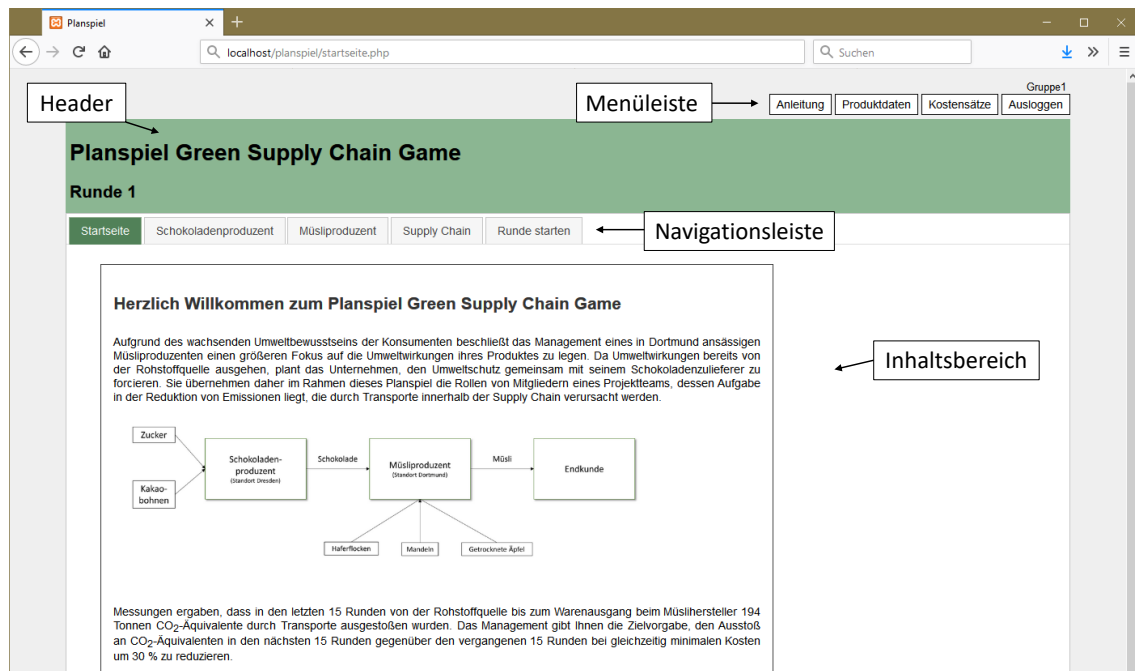


Abbildung 5.2: Teilnehmer-Oberfläche des implementierten Planspiels

Die Spielleiter-Oberfläche soll grundsätzlich den gleichen Aufbau wie die Teilnehmer-Oberfläche aufweisen. Dabei werden die verschiedenen Funktionen der Spielleiter-Oberfläche, wie das Anlegen, Löschen und Zurücksetzen der Benutzer sowie die Ausgabe der Spielergebnisse ebenso über eine Navigationsleiste getrennt. Auf die Realisierung der Spielleiter-Oberfläche als Single-Page-Web-Anwendung soll aufgrund des größeren Implementierungsaufwandes verzichtet werden. Dies liegt weiterhin darin begründet, dass der Spielleiter in der Regel weniger mit der Anwendung interagiert als die Teilnehmer bei der Planspiel-durchführung.

### 5.2.2 Konzipierung der Software-Architektur

Die Architektur der geplanten Web-Anwendung wird nach dem für Web-Anwendungen typischen dreischichtigen Architektur-Modell aufgebaut (vgl. Abschnitt 3.7). Somit können die Benutzer über einen Webbrowser auf die Teilnehmer- bzw. Spielleiter-Oberfläche zugreifen. Die Inhalte der Komponenten werden dabei mittels HTML-Dokumenten bereitgestellt, die mithilfe der Formatierungssprache CSS optisch gestaltet werden. Die HTML-Dokumente werden dabei vom Webserver an die Webbrowser der Benutzer übermittelt (vgl. Abschnitt 3.7). Das Speichern der relevanten Daten erfolgt serverseitig, wie in Abschnitt 5.1.3 bereits näher erläutert wurde, in einer relationalen Datenbank. Als Schnittstelle für den Zugriff auf die Daten der Datenbank wird die serverseitige Skriptsprache PHP verwendet, während für die Datenverwaltung das relationale Datenbankmanagementsystem MySQL eingesetzt wird. Dies liegt darin begründet, dass die notwendige Infrastruktur hierfür am ITPL gegeben ist. Neben der Kommunikation mit der Datenbank wird mittels PHP-Skripten die Programmlogik, wie die Berechnung der Bewertungsindikatoren, verarbeitet. Um des Weiteren die Realisierung der Teilnehmer-Oberfläche als Single-Page-Web-Anwendung und eine dynamische Benutzerinteraktion zu ermöglichen,

wird die clientseitige Skriptsprache JavaScript sowie das AJAX-Konzept eingesetzt (vgl. Abschnitt 3.7).

### 5.2.3 Spezifizierung der Software-Komponenten

In diesem Abschnitt werden die zentralen Software-Komponenten betrachtet, um so wiederum anhand von Beispielen die wesentlichen Programmabläufe und Konzepte, die als Basis für die anschließende Programmierung dienen, zu veranschaulichen. Auf eine Betrachtung auf Detailebene wird dabei, wie bereits angeführt wurde, verzichtet.

Den Ausgangspunkt der Web-Anwendung bildet die Login-Oberfläche, auf der sich der Spielleiter sowie die Teilnehmer anmelden können. Die Ausgabe des Inhalts dieser Oberfläche erfolgt mithilfe des HTML-Dokuments „index“, das auf dem Webserver gespeichert ist. Die Namensgebung des Dokuments ist hierbei relevant, da das Dokument, das diesen Namen trägt, beim Programmstart zuerst aufgerufen wird. Auf der Login-Oberfläche geben die Benutzer sowohl Benutzername als auch Passwort ein und bestätigen die Eingabe durch das Betätigen einer Schaltfläche. Durch das Betätigen der Schaltfläche erfolgt der Aufruf eines serverseitigen PHP-Skripts, das die Benutzereingaben mit den Einträgen in der Datenbank abgleicht. Bei einer Übereinstimmung der Eingaben mit den Datenbankeinträgen erfolgt eine Weiterleitung, bei Eingabe des Benutzernamens „admin“ zur Startseite der Admin-Oberfläche sowie bei sonstigen Benutzernamen zur Teilnehmer-Oberfläche.

Die Ausgabe der Inhalte der Teilnehmer-Oberfläche erfolgt ebenso mittels HTML. Die wesentlichen Informationen, die zur Ausgabe der Inhalte dieser Oberfläche benötigt werden, sind jedoch in der Datenbank gespeichert. Die Kommunikation mit der Datenbank erfolgt somit wiederum durch PHP-Skripte, wobei hier zwischen verschiedenen Komponenten differenziert wird. So werden im Wesentlichen Komponenten unterschieden, die lediglich Daten abfragen und ausgeben sowie Komponenten, die auf Basis der abgefragten Daten Berechnungen durchführen, um die relevanten Inhalte ausgeben zu können. Aufgrund der erforderlichen Berechnungen werden diese Komponenten in weitere Komponenten untergliedert. Zu den Inhalten, die zunächst eine Berechnung erfordern, zählen die Spielergebnisse der vergangenen Runden. Die Berechnung der Spielergebnisse, also der Bewertungsindikatoren, wie die verschiedenen Kostenarten sowie Emissionen, erfolgt auf Basis der in Abschnitt 4.4.2 betrachteten Ansätze. Keine Berechnungen sind dagegen für die Ausgabe der verschiedenen Lieferanten mit den jeweiligen Lieferoptionen sowie den fuhrparkbezogenen Maßnahmen erforderlich.

Für die Umsetzung der Teilnehmer-Oberfläche als Single-Page-Web-Anwendung wird die clientseitige Skriptsprache JavaScript eingesetzt sowie auf die JavaScript-Bibliothek jQuery UI zurückgegriffen. Diese Bibliothek bietet verschiedene Bedienelemente, darunter eine Navigationsleiste, die durch das clientseitige Ausführen von JavaScript-Skripten ein Wechseln zwischen einzelnen Navigationselementen ermöglicht, ohne eine Anfrage an den Webserver zu senden, womit alle Inhalte auf einer Webseite ausgegeben werden können (vgl. Steyer 2011 S, 363ff). Um darüber hinaus die Eingabe von Entscheidungen ohne Neuladen der Webseite zu realisieren, wird das AJAX-Konzept eingesetzt. Um aufzuzeigen,



inwiefern das AJAX-Konzept eingesetzt werden soll, wird die grundlegende Funktionsweise der Komponente zum Tätigen von Bestellungen betrachtet. Für die Aufgabe einer Bestellung gibt der Benutzer die Bestellmenge eines ausgewählten Lieferanten in ein Textfeld ein und bestätigt die Eingabe durch das Betätigen einer Schaltfläche. Hierdurch wird eine JavaScript-Komponente aufgerufen, die wiederum mittels AJAX die Bestellmenge an ein PHP-Skript sendet, womit die Webseite nicht neu geladen wird. Das serverseitige PHP-Skript dient dazu, die Bestellung in die Datenbank zu schreiben. Damit nach dem Eintrag der Bestellung in die Datenbank die Ausgabe der noch offenen Bestellungen aktualisiert wird, wird eine weitere clientseitige JavaScript-Komponente aufgerufen. Diese Komponente sendet wiederum mittels AJAX den Namen des bestellten Artikels an ein PHP-Skript. Dieses Skript liest alle noch offenen Bestellungen des Artikels aus und sendet die entsprechenden Informationen per AJAX an die JavaScript-Komponente zurück, die den Inhalt des HTML-Dokuments mit den zurückgegebenen Informationen aktualisiert, ohne die Webseite neu zu laden.

Einen Bestandteil der Teilnehmer-Komponente bildet weiterhin die Berechnung der Ergebnisse einer neuen Runde. Die Berechnung einer Runde wird durch das Betätigen einer Schaltfläche durch den Benutzer gestartet. Hierbei wird ein PHP-Skript ausgeführt, das zunächst die Anzahl der eingehenden Kundenbestellungen der neuen Runde durch eine Zufallsvariable bestimmt. Anschließend werden auf Basis der ankommenden Lieferungen die Produktions-, Bestands- sowie Fehlmengen der verschiedenen Artikel für die simulierte Runde berechnet und in der Datenbank gespeichert. Nach Beendigung des Skripts wird die Startseite der Teilnehmer-Oberfläche bzw. nach Abschluss der letzten Runde des Planspiels die Oberfläche zur Darstellung der Endergebnisse aufgerufen. Die Darstellung der Endergebnisse basiert auf den gleichen Komponenten wie die Ausgabe der Rundenergebnisse.

Da die Spielleiter-Oberfläche nicht als Single-Page-Web-Anwendung realisiert werden soll, setzt sich diese aus verschiedenen Webseiten zusammen. Die jeweiligen Webseiten, die durch eigene HTML-Dokumente dargestellt werden, werden dabei durch das Betätigen der Navigationselemente erreicht. Eine wesentliche Funktion der Spielleiter-Komponente bildet das Anlegen von neuen Benutzern. Anhand dieser Funktion soll im Folgenden als Beispiel die Vorgehensweise zur Realisierung einer Formularvalidierung aufgezeigt werden. Um einen neuen Benutzer anzulegen, muss der Spielleiter einen Benutzernamen, ein Passwort sowie eine Bestätigung des Passworts in entsprechende Textfelder eingeben. Durch das Betätigen einer zugehörigen Schaltfläche wird eine JavaScript-Komponente aufgerufen, die die Eingaben clientseitig, ohne eine Anfrage an den Webserver zu senden, validiert. Hierbei wird geprüft, ob ein Benutzername, ein Passwort sowie die Bestätigung des Passworts eingegeben wurden und die Passwörter übereinstimmen. Ist eine der Bedingungen nicht erfüllt, erfolgt die Anzeige eines Dialogfeldes mit einem entsprechenden Hinweis und der Programmablauf wird abgebrochen. Wenn alle Bedingungen erfüllt sind, werden der eingegebene Benutzername sowie das Passwort mittels AJAX an ein PHP-Skript gesendet. Dieses PHP-Skript überprüft, ob der Benutzername bereits in der Datenbank existiert. Trifft dies zu, erfolgt die Rückgabe einer Fehlermeldung, die wiederum in einem Dialogfeld angezeigt wird. Andernfalls werden der Benutzername sowie das Passwort in der

Datenbank gespeichert. Bei dem Anlegen eines neuen Benutzers werden darüber hinaus die Spielstände der vergangenen Runden -2 bis 0 auf den neuen Benutzer übertragen. Bei einem erfolgreichen Anlegen des Benutzers wird eine entsprechende Meldung mittels AJAX-Technik an die JavaScript-Funktion zurückgegeben und per Dialogfeld ausgegeben.

Zur Realisierung der weiteren Funktionen der Spielleiter-Komponente werden im Grunde die gleichen Ansätze angewandt wie für die Realisierung der in diesem Abschnitt bereits aufgeführten Funktionen. Daher wird auf die Konzepte zu Realisierung dieser Funktionen nicht weiter eingegangen.

## 5.3 Testphase

### 5.3.1 Test der Software

Um die Software zu testen, wurden die Funktionalitäten der einzelnen Programmteile anhand des Programmcodes durch Variation der Eingabeparameter und der Kontrolle der jeweiligen Ausgabe geprüft. Bei dem Beispiel der Formularvalidierung zum Anlegen eines Benutzerkontos wurden so die verschiedenen Varianten der Benutzereingaben durch Programmanweisungen erzeugt und das korrekte Verhalten auf die Eingaben geprüft. Dadurch wurde getestet, ob bei Falscheingaben, z. B. bei ungleichen Passwörtern, die vorgesehenen Programmanweisungen aufgerufen werden, die zur Ausgabe der Fehlermeldungen dienen. Des Weiteren wurde die Funktionalität der Schnittstellen der Programmbestandteile geprüft. Bei dem Beispiel der Formularvalidierung wurde somit die korrekte Übergabe der Eingaben an das PHP-Skript kontrolliert, das wiederum die Kommunikation mit der Datenbank herstellt. Im Anschluss an diese Tests, die ausschließlich anhand des Programmcodes durchgeführt wurden, wurde die korrekte Funktionalität der Bedienelemente der Benutzeroberfläche getestet. Hierbei wurde geprüft, ob durch das Betätigen der Schaltflächen die vorgesehenen Komponenten aufgerufen werden und die Eingaben in den jeweiligen Textfeldern den Komponenten korrekt übergeben werden.

Da Web-Anwendungen in verschiedenen Webbrowsern ein unterschiedliches Verhalten aufweisen können, wurde die korrekte Darstellung sowie die Bedienbarkeit der Web-Anwendung in den gängigen Webbrowsern Firefox, Chrome, Internet Explorer, Edge und Opera getestet (Franz 2015, S. 140f.). Für den Webbrowser Safari, der auf dem Betriebssystem Mac OS X lauffähig ist, wurden hingegen keine Tests durchgeführt, da während der Entwicklung kein Endgerät zur Verfügung stand, das diesen Browser unterstützt. Auf dem Betriebssystem Mac OS X können jedoch auch andere Browser wie Chrome oder Firefox genutzt werden, weshalb es dadurch keine Einschränkung hinsichtlich der kompatiblen Endgeräte gibt. Des Weiteren wurden die formalen Webstandards der implementierten HTML- und CSS-Dokumente durch einen Online-Validator überprüft (Franz 2015, S. 206).

### 5.3.2 Test des Planspiels

Ein allgemeingültiges Verfahren zum Testen von Planspielen konnte im Rahmen der Recherche nicht ermittelt werden. So wird lediglich empfohlen, Testläufe und Proberunden durchzuführen (vgl. Abschnitt 3.5). Nähere Instruktionen, was bei der Durchführung der Testläufe beachtet werden sollte, um gegebenenfalls Verbesserungen und Modifizierungen an dem Planspiel durchzuführen, werden folglich nicht vorgegeben. Aus diesem Grund wird eine eigene Herangehensweise entwickelt, um das Planspiel im Hinblick auf die Eignung zum Erreichen der definierten Lernziele zu testen. Ein Validieren des Planspiels bezüglich des Erreichens der sozialen Lernziele ist durch die Durchführung von Testläufen ohne Beteiligung weiterer Personen nicht möglich, weshalb sich auf das Erfüllen der fachlichen Lernziele konzentriert wird. Hierfür wird untersucht, ob die Anwendung der verschiedenen Handlungsmaßnahmen zu den erwarteten Auswirkungen, nämlich der Reduzierung der transportbedingten THG-Emissionen, führt. Um jedoch eine Reduzierung der Emissionen feststellen zu können, müssen Referenzwerte von Testläufen vorliegen, bei denen keine der Maßnahmen angewandt wurden. Hauptbestandteil der Testphase bildet daher die Durchführung von Testläufen mit zwei unterschiedlichen Zielgrößen. So werden neben Testläufen, bei denen die Anwendung von Handlungsmaßnahmen im Fokus steht, auch Testläufe durchgeführt, bei denen keine Handlungsmaßnahmen angewandt werden und das Erzielen minimaler Kosten forciert wird. Die Auswertung der Testläufe erfolgt durch den Vergleich der jeweiligen Spielergebnisse. Dabei wird erwartet, dass die Anwendung der Handlungsmaßnahmen neben der geringeren Menge ausgestoßener THG-Emissionen, aufgrund der höheren Preise der lokal angesiedelten Lieferanten, zu höheren Bestellkosten führt. Ebenso sollten durch das Tätigen transportoptimaler Bestellmengen höhere Lagerhaltungskosten verursacht werden, da diese Maßnahme mit höheren Lagerbeständen verbunden ist (vgl. Abschnitt 2.1.2). Die Treibstoffkosten für die zwischenbetrieblichen Transporte sollten jedoch aufgrund der Kostenvorteile der fuhrparkbezogenen Maßnahmen geringer ausfallen. Um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten, wurden jeweils fünf Testläufe über die definierte Anzahl von 15 Runden mit der genannten Zielstellung durchgeführt und ein Durchschnitt der Ergebnisse gebildet.

Der Vergleich der Testläufe aus Tabelle 5.2 zeigt, dass die erwarteten Ergebnisse eingetreten sind. So resultieren aus der Anwendung der Handlungsmaßnahmen höhere Bestell-, Lagerhaltungs- sowie Gesamtkosten, während jedoch im Durchschnitt über 60 Prozent an Emissionen je verkaufter Einheit des Endprodukts Müsli eingespart wurden. Hinsichtlich der Treibstoffkosten ist festzustellen, dass die Unterschiede, die sich im Vergleich der beiden Untersuchungsgrößen ergeben, aufgrund des geringen Anteils an den Gesamtkosten keinen signifikanten Einfluss auf das Gesamtergebnis nehmen. Bei einem direkten Vergleich der Indikatoren zeigt sich jedoch eine Einsparung von zwölf Prozent. Aus dem Vergleich der Testläufe mit den unterschiedlichen Zielgrößen kann somit abgeleitet werden, dass die getroffenen Entscheidungen zu den erwarteten Auswirkungen führen und das Planspiel die Grundlage bietet, die definierten Lernziele erfüllen zu können. Bei der Durchführung der Testläufe über eine größere Anzahl an Spielrunden zeigt sich weiterhin, dass die Unterschiede hinsichtlich der Indikatoren noch deutlicher werden. Aufgrund der sich wiederholenden

Entscheidungen im Planspiel wird dennoch die definierte Anzahl an 15 Runden empfohlen, um bei den Teilnehmern keine Langeweile zu verursachen. Von dieser Empfehlung kann jedoch individuell abgewichen werden.

**Tabelle 5.2: Vergleich von Testläufen zur Validierung des Planspiels**

	Anwendung von Handlungsmaßnahmen	Keine Anwendung von Handlungsmaßnahmen	Differenz
Lagerhaltungskosten je VEM	0,18 €	0,15 €	+20 %
Bestellkosten je VEM	0,91 €	0,79 €	+15 %
Treibstoffkosten	6693 €	7.627 €	—
Treibstoffkosten je VES	18,34 €	21,79 €	-12 %
Gesamtkosten	3.907.508 €	3.260.525 €	—
Gesamtkosten je VEM	1,09 €	0,95 €	+15 %
CO <sub>2</sub> e je VE	21 g	56 g	-62 %

**Legende:**

VEM = Verkaufseinheit des Endprodukts Müsli

VES = Verkaufseinheit des Zwischenprodukts Schokolade

An dieser Stelle ist noch darauf hinzuweisen, dass die Ergebnisse der Testläufe, die in Tabelle 5.2 dargestellt sind, auf den final definierten Parametern basieren. So wurden während der Testphase auch weitere Parameter, wie die Anzahl der Endkundenbestellungen, variiert. Eine Neukonfiguration der Parameter hat dabei wiederum das Durchführen von Testläufen nach dem oben beschriebenen Vorgehen zur Folge, um mögliche Auswirkungen der Anpassungen auf das Endergebnis zu prüfen. Die Testphase wurde folglich in einem zyklischen Ablauf durchgeführt.

Für die Abbildung der Anzahl an Endkundenbestellungen einer Runde wurde ein Zufalls-generator eingesetzt, der eine zufällige Zahl zwischen zwei definierten Grenzen ausgibt. Auf Basis von Testläufen wurde die untere Grenze mit einem Wert von 195.000 Einheiten an Müsli sowie die obere Grenze mit einem Wert von 285.000 Einheiten festgelegt, sodass im Durchschnitt die in Abschnitt 4.4.2 definierte Anzahl von 240.000 Kundenbestellungen eingehen. Durch die Wahl dieser Grenzen und der daraus folgenden Absatzschwankungen innerhalb der Grenzen wird den Teilnehmern die Planung der Endbestände erschwert. Gleichzeitig wird durch das Festlegen der Grenzen das Auftreten von Ausreißern vermieden. Das Auftreten von Ausreißern führt nämlich wiederum dazu, dass die Planungsaufgaben insofern beeinflusst werden, dass gegebenenfalls Überbestände über mehrere Runden hinweg abgebaut oder Fehlmengen ausgeglichen werden müssen. Dadurch geht jedoch der eigentliche Fokus des Planspiels auf die Reduzierung von transportbedingten Emissionen verloren. Da auch bei den definierten Grenzen aufgrund der Schwankungen Fehlmengen auftreten können, werden die in Abschnitt 4.4.2 angenommenen maximalen Produktionsmengen beibehalten, die eine recht große Differenz zu der durchschnittlichen Anzahl an Kundenbestellungen aufweisen und so einen kurzfristigen Ausgleich von Fehlmengen ermöglichen.

Wie in Abschnitt 4.7 definiert wurde, sollen die Ergebnisse von Testläufen als Ausgangssituation festgelegt werden, bei denen keine Handlungsmaßnahmen angewandt wurden. Hierfür werden deshalb die Resultate aus Tabelle 5.2 herangezogen. Außerdem wird ausgehend von der maximalen Einsparung an Emissionen von über 60 Prozent ein Prozentsatz von 30 Prozent als Zielvorgabe der Ausgangssituation definiert. Die Vorgabe dieses Prozentsatzes liegt darin begründet, dass die Teilnehmer die optimalen Strategien zur Minimierung der Emissionen nicht kennen, aber dennoch eine Zielvorgabe gemacht werden soll, die von den Teilnehmern ohne Detailwissen erreicht werden kann.

Aufgrund des begrenzten Zeitrahmens dieser Arbeit konnte kein Probelauf anhand des in Abschnitt 4.5 entwickelten Ablaufs durchgeführt werden. Um das Planspiel im Hinblick auf das Erreichen der definierten Ziele, insbesondere auch der sozialen Lernziele, sowie der Handhabung des Planspiels zu überprüfen, wird daher empfohlen, Probelläufe anhand des vorgesehenen Ablaufs durchzuführen. So kann darüber hinaus getestet werden, ob der empfohlene Zeitrahmen gegebenenfalls angepasst werden sollte. Die Ergebnisse der Probelläufe und die Evaluierung durch die Teilnehmer anhand des entwickelten Evaluierungsbogens können zudem die Grundlage bilden, die Parametereinstellungen gegebenenfalls anzupassen und weiter zu optimieren (vgl. Abbildung A.2 im Anhang).

## 5.4 Ergebnisdiskussion

Auf Basis der Ergebnisse des Grundlagenteils wurde in Abschnitt 4.1.1 das Erlernen von Handlungsmaßnahmen zur Reduzierung der negativen Umweltauswirkungen entlang von Supply Chains als grundlegendes Lernziel definiert, das mithilfe eines Planspiels erreicht werden soll. Dabei konnte kein kommerziell verfügbares Planspiel ermittelt werden, das dieses grundlegende Lernziel fokussiert und für die definierte Zielgruppe geeignet erscheint. Im Weiteren wurde das grundlegende Lernziel weiter spezifiziert und an die Lernchancen von Planspielen angepasst. Bei der anschließenden Entwicklung des Planspielmodells hat sich gezeigt, dass hierbei aufgrund der vielen Arten von Planspielen, die in Abschnitt 3.3 vorgestellt wurden, viele Freiheitsgrade bestehen. Dadurch ergibt sich wiederum eine Vielzahl an Möglichkeiten, ein Planspiel zu gestalten, das die definierten Zielstellungen erfüllen kann. In Abschnitt 4.2 wurde das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Planspielmodell vorgestellt sowie verschiedene Alternativen für die Ausgestaltung aufgezeigt und diskutiert. Die an die Planspielentwicklung folgende Phase der Informationsgewinnung gestaltete sich indes schwierig, da verschiedene Daten, wie z. B. die durchschnittlichen Transportkosten der verschiedenen Verkehrsträger, nur schwer zugänglich sind. Trotzdem sollten jedoch realitätsnahe Daten verwendet werden, um eine möglichst hohe Realitätstreue in dem Planspiel und somit realistische Auswirkungen der Teilnehmer-Entscheidungen zu gewährleisten.

Wie im Rahmen dieses Kapitels weiterhin erläutert wurde, wurde das konzipierte Planspielmodell als Web-Anwendung realisiert, was insbesondere aufgrund der Plattformunabhängigkeit und der nicht notwendigen Installation Vorteile bietet. Die Entwicklung und Implementierung der Web-Anwendung erwies sich jedoch gerade aufgrund der vielen verschiedenen Techniken, die dabei zum Einsatz kommen, als aufwendig. An dieser Stelle wird

weiterhin darauf hingewiesen, dass die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Programmdateien sowie die Datenbank, die auf dem beiliegenden Datenträger gespeichert sind, noch auf einem Webserver des ITPL abgelegt werden müssen, um einen globalen Zugriff auf das Planspiel über das Internet zu ermöglichen. Dieser Schritt ist notwendig, damit das Planspiel auch als Fernplanspiel sowie mit einer Vielzahl an Teilnehmern durchgeführt werden kann. Alternativ kann das Planspiel jedoch auch mit der ebenso auf dem beiliegenden Datenträger installierten Software XAMPP Portable lokal auf einem beliebigen Rechner gestartet und durchgeführt werden. Durch das Einrichten eines lokalen Funknetzes, wie einem mobilen Hotspot, besteht damit auch die Möglichkeit, das Planspiel vor Ort in einem kleinen Teilnehmerkreis durchzuführen, ohne die Programmdateien auf einem Webserver des ITPL abzulegen.

Wie im vorhergehenden Abschnitt anhand von durchgeführten Testläufen gezeigt wurde, führen die in dem Planspiel getroffenen Entscheidungen zu den erwarteten Resultaten, womit das Planspiel die Grundlage für das Erreichen der definierten fachlichen Lernziele bietet. Damit das Erreichen der fachlichen sowie darüber hinaus sozialen Ziele weiter geprüft werden kann, wird vor dem regulären Einsatz des Planspiels empfohlen, das Planspielseminar mit einer Testgruppe anhand des definierten idealen Ablaufs durchzuführen.

Darüber hinaus kann auf Basis des entwickelten Planspiels auch die Durchführung einer Untersuchung in Betracht gezogen werden. So könnte das Planspiel von verschiedenen Teilnehmergruppen mit unterschiedlichen Ausgangssituationen durchgeführt werden. Dabei könnte eine Teilnehmergruppe mit der in Kapitel 4 entwickelten Ausgangssituation starten, während eine andere Teilnehmergruppe lediglich die Zielstellung erhält, die Kosten entlang der Supply Chain minimal zu halten bzw. zu reduzieren. Hierbei könnte untersucht werden, inwieweit sich die Ergebnisse der beiden Teilnehmergruppen unterscheiden und ob die Teilnehmer der Gruppe ohne Vorgabe ökologischer Zielstellungen dennoch den Bewertungsindikator der Emissionen bei der Planung ihrer Strategien einbeziehen.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Zu Beginn dieser Arbeit wurde gezeigt, dass trotz einer wachsenden Anzahl an Unternehmen, die Umweltaspekte in ihren unternehmerischen Entscheidungen berücksichtigen, weiterhin ein Handlungsbedarf besteht, die negativen Umweltwirkungen entlang von Supply Chains zu reduzieren. Dabei gehen insbesondere durch die von den Transporten innerhalb der Supply Chains ausgestoßenen Emissionen negative Umweltwirkungen hinsichtlich Klimawandel und Luftverschmutzung aus, während ein weiterer Anstieg des Transportaufkommens prognostiziert wird. Als Gründe für eine mangelnde Umweltorientierung führen Unternehmen neben den ökonomischen Nachteilen, die viele Unternehmen mit einem umweltorientierten Handeln verbinden, auch häufig fehlende Informationen über mögliche Handlungsalternativen an.

Auf dieser Grundlage wurde, einer erarbeiteten Vorgehensweise folgend, ein Planspiel entwickelt, dessen wesentliche Ziele darin bestehen, bei den Teilnehmern ein Bewusstsein für den genannten Handlungsbedarf zu schaffen sowie Handlungsmaßnahmen zu vermitteln, um die negativen Auswirkungen von Transporten zu reduzieren. So wurde im Rahmen der Planspielentwicklung im Anschluss an die Definition der spezifischen Lernziele ein Planspielmodell konzipiert, dessen Grundlage eine Supply Chain darstellt, die sich aus zwei Akteuren zusammensetzt. Als konfliktorientiertes Ausgangsszenario wird den Teilnehmern des Planspiels hierbei die Zielstellung vorgegeben, die transportbedingten Emissionen entlang dieser Supply Chain bei gleichzeitig minimalen Kosten zu reduzieren. Die wesentliche Aufgabe der Teilnehmer ist es dabei, die Bestände der beiden Unternehmen der Supply Chain zu planen, Bestellungen zu tätigen und Maßnahmen anzuwenden, um so die Reduzierung der Emissionen, die durch die Transporte innerhalb dieser Supply Chain ausgestoßen werden, zu erzielen. Hierfür werden den Teilnehmern unterschiedliche Lieferanten zur Auswahl gestellt, die zudem verschiedene Verkehrsträger für die Durchführung der Transporte anbieten. Des Weiteren können die Teilnehmer Maßnahmen, wie z. B. Fahrerschulungen oder die Einführung von Telematiksystemen, anwenden, um den Emissionsausstoß des eigenen Fuhrparks zu reduzieren. Als wesentlicher Bestandteil des Planspielmodells wurde weiterhin ein System entwickelt, das eine Bewertung der Entscheidungen, die die Teilnehmer in dem Planspiel treffen, ermöglicht. Hierbei wurden im Wesentlichen die schon angeführten Kosten und Emissionen in Form von Treibhausgasemissionen als Bewertungsindikatoren herangezogen, um so den Konflikt zwischen Ökonomie und Ökologie, aber auch die Synergieeffekte, die sich durch die Anwendung von umweltorientierten Handlungsmaßnahmen ergeben können, zu berücksichtigen. Im Rahmen der Entwicklung des Planspielmodells wurde darüber hinaus entschieden, das Planspiel als interaktives Computerplanspiel mit Online-Datenübertragung zu realisieren, da die Bewertung der Teilnehmer-Entscheidungen eine Berechnung erfordert, die bei haptischen Planspielen zu einem hohen Organisationsaufwand führen würde. Außerdem können bei Computerplanspielen mit Offline-Datenübertragung unerwünschte Wartezeiten für die Teilnehmer entstehen, weshalb die Online-Variante präferiert wurde.

Auf die Entwicklung des Planspielkonzepts folgte anschließend die Phase der Implementierung des Planspiels. Die Grundlage für die Implementierung des Planspiels bildete die Definition der Anforderungen, die die zu konzipierende Software erfüllen muss. Auf den definierten Anforderungen aufbauend wurden Bewertungskriterien entwickelt, um verschiedene Ansätze zu vergleichen, die für die Implementierung des Planspiels in Frage kommen. Für den anschließenden Vergleich wurden die Ansätze der Entwicklung einer Desktop-Anwendung, Web-Anwendung sowie eines Programms auf Basis des Tabellenkalkulationsprogramms OpenOffice Calc herangezogen. Aufgrund der nicht erforderlichen Installation sowie der Vielzahl unterstützter Endgeräte, wurde die Entscheidung getroffen, das Planspiel als Web-Anwendung zu realisieren. Um die Spielergebnisse der Teilnehmer speichern zu können und dem Spielleiter einen zentralen Zugriff auf die Spielergebnisse zu ermöglichen, wurde eine Datenbank eingesetzt. Die Struktur, in der die Daten gespeichert werden, wurde dabei anhand eines entwickelten Datenmodells festgelegt. Neben der Teilnehmer-Benutzeroberfläche, die zur Durchführung des Planspiels dient, wurde eine Benutzeroberfläche implementiert, die es dem Spielleiter unter anderem ermöglicht, die Spielergebnisse der verschiedenen Teilnehmer abzurufen. Aufgrund des Einsatzes der clientseitigen Skriptsprache JavaScript sowie der AJAX-Technologie ermöglicht die implementierte Teilnehmer-Oberfläche eine komfortable Anwendung und Bedienung, da während der Spieldurchführung kein Neuladen der Webseite notwendig ist. Im Anschluss an die eigentliche Implementierung wurden Tests zur Überprüfung der Funktionalität der Software durchgeführt und darüber hinaus geprüft, ob das Planspiel zum Erreichen der definierten fachlichen Lernziele geeignet ist. Dabei konnte anhand der Ergebnisse von Testläufen gezeigt werden, dass die während der Planspieldurchführung getroffenen Entscheidungen zu den erwarteten Resultaten führen. Dies bildet wiederum die Grundlage dafür, dass das Erreichen der fachlichen Lernziele ermöglicht werden kann.

Um die Eignung des Planspiels hinsichtlich des Erreichens der definierten fachlichen sowie sozialen Lernziele über den Rahmen dieser Arbeit hinaus weiter zu prüfen, wird empfohlen, Probeläufe mit der empfohlenen Anzahl von acht bis zwölf Teilnehmern anhand des in dieser Arbeit entwickelten Ablaufplans durchzuführen. Um einen globalen Zugriff auf das Planspiel über das Internet und somit die Durchführung des Planspiels mit einer großen Teilnehmerzahl zu ermöglichen, müssen die Programmdateien weiterhin auf einem Webserver des ITPL gespeichert werden.

Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Planspiel kann des Weiteren auch als Ausgangsbasis für eine Untersuchung dienen, inwieweit Studierende den Umweltschutzgedanken bereits verankert haben. So könnte das Planspiel mit einer Gruppe von Teilnehmern mit der vorgesehenen Zielstellung, die transportbedingten Emissionen entlang der Supply Chain bei minimalen Kosten zu reduzieren, während eine weitere Gruppe lediglich die Vorgabe erhält, die Kosten entlang der Supply Chain minimal zu halten. Durch einen Vergleich der Ergebnisse könnte so analysiert werden, ob auch die Teilnehmer, die nur ökonomische Vorgaben haben, ökologische Aspekte bei ihren Entscheidungen berücksichtigen.



# Literatur

- Abts, Dietmar (2015). Masterkurs Client/Server-Programmierung mit Java: Anwendungen entwickeln mit Standard-Technologien. 4. Aufl. Wiesbaden: Springer.
- Ameln, Falko und Josef Kramer (2007). Organisationen in Bewegung bringen: Handlungsorientierte Methoden für die Personal-, Team- und Organisationsentwicklung. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Anwander, Armin und Thomas Fleck (1991). „Planspiele und Lernprogramme als Beitrag zur Personalentwicklung“. In: Personalentwicklung im Wandel. Hrsg. von Pappmehl und Walsh. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 186–195.
- Arndt, Christian (2008). „Entwicklung einer Plattform zur Konstruktion und Ausführung internetbasierter Planspiele: Plebs“. In: E-Learning-Management. Hrsg. von Heinz Lothar Grob und Nico Albrecht. München: Vahlen, S. 191–212.
- Arnolds, Hans, Franz Heege, Carsten Röh und Werner Tussing (2016). Materialwirtschaft und Einkauf: Grundlagen - Spezialthemen - Übungen. 13. Aufl. 2016. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Baldissin, Nicola, Simonetta Bettiol, Simone Magrin und Fabio Nonino (2013). Business game-based learning in management education.
- Bartmann, Hubertus (2006). Wasserrettung: Gewässer- und Wasserbaukunde, Taktik, Technik, Hochwasser. 1. Aufl. Landsberg: ecomed Sicherheit.
- Baume, Matthias (2009). Computerunterstützte Planspiele für das Informationsmanagement: Realitätsnahe und praxisorientierte Ausbildung in der universitären Lehre am Beispiel der CIO-Simulation: Dissertation Techn. Uni. München. Norderstedt: Books on Demand.
- Bearing Point Inc (2008). 2008 Supply Chain Monitor “How mature is the Green Supply Chain?": Survey Report.
- Becker, Joachim H., Helmut Ebert und Sven Pastoors (2018). Praxishandbuch berufliche Schlüsselkompetenzen: 50 Handlungskompetenzen für Ausbildung, Studium und Beruf. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Beer, Albert (2014). Der Bullwhip-Effekt in einem komplexen Produktionsnetzwerk. Information - Organisation - Produktion. Wiesbaden: Springer.
- Beyer, Andrea und Britta Rathje, Hrsg. (2013). Methodik für Wirtschaftswissenschaftler: Neue Lehr- und Prüfmethode für die Praxis. München: Oldenbourg.
- Bichler, Klaus, Ralf Krohn, Guido Riedel und Frank Schöppach (2010). Beschaffungs- und Lagerwirtschaft: Praxisorientierte Darstellung der Grundlagen, Technologien und Verfahren. 9. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Blaschek, Carina und Petra Spanlang (2017). „Entwicklung eines Planspiels zur Sensibilisierung von SchülerInnen und StudentInnen für Umwelt und Nachhaltigkeit“. Diplomarbeit. URL: <http://epub.jku.at/obvulihs/content/titleinfo/2422106> (zuletzt geprüft am 10.11.2018).

- Bloech, Jürgen, Susanne Hartung und Christian Orth (1998). „Unternehmensplanspiele in der kaufmännischen Ausbildung: Anpassung der Komplexität an den Lernfortschritt“. In: Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung. Hrsg. von Klaus Beck. Stuttgart: Steiner.
- Blötz, Ulrich, Hrsg. (2015). Planspiele und Serious Games in der beruflichen Bildung: Auswahl, Konzepte, Lernarrangements, Erfahrungen ; aktueller Katalog für Planspiele und Serious Games 2015 ; [mit DVD]. 5., überarb. Aufl. Bundesinstitut für Berufsbildung, BiBB - Forschen, Beraten, Zukunft gestalten. Bielefeld: Bertelsmann.
- BMVI (2018). Mittelfristprognose Winter 2017/2018: Forschungsbericht FE-NR. 97.0348/2015. Hrsg. von Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Waldkirch. URL: [https://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Verkehrsprgnose/verkehrsprgnose\\_Winter\\_2017\\_2018.html?nn=13066](https://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Verkehrsprgnose/verkehrsprgnose_Winter_2017_2018.html?nn=13066) (zuletzt geprüft am 25.08.2018).
- Bongard, Stefan (2015). „Beer Game reloaded – Erfahrungsbericht und Spielvarianten der Supply Chain: Simulation „Beer Game“ an der Hochschule Ludwigshafen am Rhein“. In: Planspiele und Serious Games in der beruflichen Bildung. Hrsg. von Ulrich Blötz. Bundesinstitut für Berufsbildung, BiBB - Forschen, Beraten, Zukunft gestalten. Bielefeld: Bertelsmann.
- Brandt-Pook, Hans und Rainer Kollmeier (2015). Softwareentwicklung kompakt und verständlich: Wie Softwaresysteme entstehen. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Bretzke, Wolf-Rüdiger (2014). Nachhaltige Logistik: Zukunftsfähige Netzwerk- und Prozessmodelle. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Brich, Stefanie (2014). Gabler-Wirtschaftslexikon. 18., aktualisierte und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Busch, Axel und Wilhelm Dangelmaier, Hrsg. (2004). Integriertes Supply Chain Management: Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. 2. Auflage. Wiesbaden: Gabler.
- Capaul, Roman (2001). Die Planspielmethode in der Schulleiterausbildung: Theoretische Grundlagen - praktische Anwendungen: Zugl.: St. Gallen, Univ., Habil.-Schr., 2000. 1. Aufl. Klinkhardt Forschung. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.
- Capaul, Roman und Markus Ulrich (2003). Planspiele: Simulationsspiele für Unterricht und Training ; mit Kurztheorie: Simulations- und Planspielmethodik. 1. Aufl. Altstätten: Tobler.
- Cecchini, Amaldo (1988). „Simulation is education“. In: Simulation-Gaming in Education and Training. Hrsg. von David Crookall, Jan Klabbers, Alan Coote, Danny Saunders, Amaldo Cecchini und Alberta Piane. Oxford: Pergamon Press, S. 213–228.
- Chopra, Sunil und Peter Meindl (2014). Supply Chain Management: Strategie, Planung und Umsetzung. 5., aktualisierte Aufl. Hallbergmoos: Pearson.
- Christ, Florian und Kai Riemer (2008). Das Beergame: Realisierung einer Softwarevariante für den Einsatz in E-Commerce-Lehrveranstaltungen. Münster. URL: <http://www.ercis.de/sites/default/files/publications/2008/Hybrid%2054.pdf> (zuletzt geprüft am 20.12.2018).

- Clausen, Uwe und Christiane Geiger, Hrsg. (2013). Verkehrs- und Transportlogistik. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Corsten, Hans und Ralf Gössinger (2008). Einführung in das Supply-Chain-Management. 2. Aufl. Lehr- und Handbücher der Betriebswirtschaftslehre. München: Oldenbourg.
- Crookall, David (1992). „Editorial: Debriefing“. In: *Simulation & Gaming* 23.2, S. 141–142.
- Deckert, Carsten (2016). CSR und Logistik: Spannungsfelder Green Logistics und City-Logistik. 1. Aufl. 2016. Management-Reihe Corporate Social Responsibility. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- DIN EN 1628 (2013). Methode zur Berechnung und Deklaration des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bei Transportdienstleistungen: (Güter- und Personenverkehr).
- Dörner, Dietrich (1996). Die Logik des Mißlingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen. Bd. 9314. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Ebinger, Frank, Maria Goldbach und Uwe Schneidewind (2006). „Greening Supply Chains: A Competence-based Perspective“. In: *Greening the supply chain*. Hrsg. von Joseph Sarkis. London: Springer, S. 251–269.
- Eichhorn, Maximilian (2000). „Logistische Entscheidungen und ihre Auswirkungen: Die Unternehmenssimulation LogisticPLUS“. Dissertation. Göttingen: Georg-August-Universität. URL: <https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-AFE1-6/eichhorn.pdf?sequence=1> (zuletzt geprüft am 24.10.2018).
- Engelhardt-Nowitzki, Corinna, Barbara Krenn und Olaf Nowitzki (2008). Praktische Anwendung der Simulation im Materialflussmanagement: Erfolgsfaktoren und Implementierungsszenarien. Wiesbaden: Gabler.
- Engelhardt, Gunther H. (1984). Haushalts- und mehrjährige Finanzplanung im Planspiel: Anliegen, Grundkonzeption und erste Ergebnisse einer Hamburger Projektstudieneinheit. 1. Aufl. Bd. 77. Schriften zur öffentlichen Verwaltung und öffentlichen Wirtschaft. Baden-Baden: Nomos-Verl.-Ges.
- Europäische Kommission (2002). Weißbuch. Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft. Bd. 14/8480. Bonn: Bundesanzeiger Verl.-Ges.
- Fandel, Günter, Anke Giese und Heike Raubenheimer (2009). Supply-Chain-Management: Strategien, Planungsansätze, Controlling. Berlin: Springer.
- Finanzen.net (2019a). Haferpreis. URL: <https://www.finanzen.net/rohstoffe/haferpreis/historisch/euro> (zuletzt geprüft am 04.02.2019).
- Finanzen.net (2019b). Kakaopreis. URL: <https://www.finanzen.net/rohstoffe/kakaopreis> (zuletzt geprüft am 04.02.2019).
- Fischer, Helge (2006). „Ein systemorientierter Ansatz zur Modularisierung von Planspielen mit dem Ziel der Komplexitätssteuerung und Integration in Standardsoftware“. Dissertation. Universität Göttingen. URL: <https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-AEEA-7/fischer.pdf?sequence=1> (zuletzt geprüft am 04.02.2019).

- Franz, Klaus (2015). Handbuch zum Testen von Web- und Mobile-Apps: Testverfahren, Werkzeuge, Praxistipps. 2., aktualisierte u. erw. Aufl. 2015. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Friedemann, Christian (1998). Umweltorientierte Investitionsplanung. Bd. 34. Betriebswirtschaftliche Forschung zur Unternehmensführung. Wiesbaden: Gabler.
- Fuchs, Elmar (2018). SQL - Grundlagen und Datenbankdesign. 5. Ausgabe. Bodenheim: HERDT.
- Geuting, Manfred (2000). „Soziale Simulation und Planspiel in pädagogischer Perspektive“. In: Simulation und Planspiel in den Sozialwissenschaften. Hrsg. von Dietmar Herz und Andreas Blätte. Münster: Lit-Verlag, S. 15–62.
- Golombiewski, Bettina (1995). Steuerliche Planspiele: Anforderungen, Leistungsvermögen und Eignungsprüfung steuerlicher Planspiele als Instrumente steuerlicher Ausbildung, Forschung und Planung sowie Entwicklung eines anforderungsgerechten Referenzmodells für die Planspielkonstruktion. Bd. 3. Bielefeld: Schmidt.
- Göpfert, Ingrid und Wanja Wellbrock (2012). „Die Entwicklung innovativer Supply- Die Entwicklung innovativer Supply-Chain-Management-Konzepte - Bedarf und Prozessmodell“. In: Supply Management Research. Hrsg. von Ronald Bogaschewsky, Michael Eßig, Rainer Lasch und Wolfgang Stölzle. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Graf, Jürgen (1992). Planspiele: Simulierte Realitäten für den Chef von morgen ; mit Planspiel-Marktübersicht. Bd. 58 : Blaue Reihe Lehren und Lernen : Manager-Seminare. GABAL. Speyer.
- Greenblat, Cathy S. (1988). Designing games and simulations: An ill. handbook. Newbury Park: Sage.
- Gregori, Gerald und Thomas Wimmer, Hrsg. (2011). Grünbuch der nachhaltigen Logistik: Handbuch für die ressourcenschonende Gestaltung logistischer Prozesse. Hamburg: DVV Media Group.
- Hansmann, Karl-Werner (1998). Umweltorientierte Betriebswirtschaftslehre: Eine Einführung. Wiesbaden: Gabler.
- Haubach, Christian (2013). Umweltmanagement in globalen Wertschöpfungsketten: Eine Analyse am Beispiel der betrieblichen Treibhausgasbilanzierung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Heideck, Clemens (1995). „Lernpotential und Lernfeld Planspiel“. In: Planspiele im Personal- und Organisationsmanagement. Hrsg. von Thomas Geilhardt und Thomas Mühlbradt. Göttingen: Verl. für Angewandte Psychologie, S. 117–140.
- Heidtmann, Volker (2008). Organisation von Supply Chain Management: Theoretische Konzeption und empirische Untersuchung in der deutschen Automobilindustrie. Wiesbaden: Gabler.
- Hellingrath, Bernd, Tobias Hegmanns, Michael Toth und Jan-Christopher Maaß (2008). „Prozesse in Logistiknetzwerken - Supply Chain Management“. In: Handbuch Logistik. Hrsg. von Dieter Arnold, Kai Furmans, Heinz Isermann, Axel Kuhn und Horst Tempelmeier. VDI-Buch. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 459–486.

- Herry, Max, Hrsg. (2001). Transportpreise und Transportkosten der verschiedenen Verkehrsträger im Güterverkehr. Bd. Nr. 14. Verkehr und Infrastruktur. Wien: Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien.
- Hertel, Joachim, Joachim Zentes und Hanna Schramm-Klein (2011). Supply-Chain-Management und Warenwirtschaftssysteme im Handel. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hitzler, Sebastian, Hrsg. (2011). Planspiele - Qualität und Innovation: Neue Ansätze aus Theorie und Praxis. 1. Aufl. Bd. 2. ZMS-Schriftenreihe. Norderstedt: Books on Demand.
- Högsdal, Bernt (1996). Planspiele: Einsatz von Planspielen in der Aus- und Weiterbildung ; Praxiserfahrungen und bewährte Methoden. Bonn: ManagerSeminare May.
- Hühn, Christian, Sebastian Schwägele, Birgit Zürn, Daniel Bartschat und Friedrich Trautwein, Hrsg. (2018). Planspiele - Interaktion gestalten: Über die Vielfalt der Methode. 1. Auflage. Bd. 10. ZMS-Schriftenreihe. Norderstedt: Books on Demand.
- IPCC, Hrsg. (2014). Climate change 2014: Mitigation of climate change : Working Group III contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kals, Johannes (2017). „Materialwirtschaft, Beschaffung und Logistik“. In: Industrielle Energiestrategie. Hrsg. von Frank J. Matzen und Ralf Tesch. Bd. 2013. Wiesbaden: Springer, S. 337–359.
- Kämmerer, Christian (2019). „Fehlmengenkosten in der Distributionslogistik“. Dissertation. Würzburg: Universität Würzburg. URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:20-opus-143013> (zuletzt geprüft am 01.01.2019).
- Kern, Martin (2003). Planspiele im Internet: Netzbasierte Lernarrangements zur Vermittlung betriebswirtschaftlicher Kompetenz. 1. Aufl. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.
- Kersten, Wolfgang, Sebastian Brockhaus und Sebastian Berlin (2011). „Implementierungsansätze für eine grünere Logistik: Ökoeffiziente Logistik mittels Target Costing“. In: *Industrie Management* 6, S. 57–60.
- Kiausch, Andrea (2016). „Nachhaltiges Lieferantenmanagement mit Business Intelligence“. Dissertation. Universität Duisburg-Essen. URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:464-20160722-100939-0> (zuletzt geprüft am 18.08.2018).
- Klaus, Peter, Markus Rothböck und Franz Staberhofer (2007). Steuerung von Supply Chains: Strategien, Methoden, Beispiele. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.
- Kleuker, Stephan (2009a). Formale Modelle der Softwareentwicklung: Model-Checking, Verifikation, Analyse und Simulation. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Kleuker, Stephan (2009b). Grundkurs Software-Engineering mit UML: Der pragmatische Weg zu erfolgreichen Softwareprojekten. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Klippert, Heinz (1984). Wirtschaft und Politik erleben: Planspiele für Schule und Lehrerbildung. Beltz-Praxis. Weinheim: Beltz.
- Klippert, Heinz (1996). Planspiele: Spielvorlagen zum sozialen, politischen und methodischen Lernen in Gruppen. Beltz-Praxis. Weinheim: Beltz.
- Kobert, Thomas (2006). Das Einsteigerseminar HTML 4. 6., überarb. Aufl. Das Einsteigerseminar Lernen, Üben, Anwenden. Heidelberg: bhv Redline.

- Koch, Susanne (2012). *Logistik: Eine Einführung in Ökonomie und Nachhaltigkeit*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kohl, Harald (2008). „Der Mensch ändert das Klima. Vierter Sachstandsbericht des IPCC“. In: *Physik in unserer Zeit* 39.4, S. 176–182.
- Kranke, Andre, Martin Schmied und Andrea Dorothea Schön (2011). *CO2-Berechnung in der Logistik: Datenquellen, Formeln, Standards*. 1. Aufl. München: Vogel.
- Kreuzpointner, Alexandra und Ralf Reißer (2006). *Praxishandbuch Beschaffungsmanagement*. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.
- Kriz, Willy (2009). „Planspiel“. In: *Handbuch Methoden der Organisationsforschung*. Hrsg. von Stefan Kühl, Petra Strodtholz und Andreas Taffertshofer. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss, S. 558–578.
- Kriz, Willy Christian (2001). „Die Planspielmethode als Lernumgebung“. In: *Planspiele im Internet*. Hrsg. von Heinz Mandl. *Wirtschaft und Weiterbildung*. Bielefeld: Bertelsmann, S. 41–64.
- Kriz, Willy Christian und Brigitta Nöbauer (2015). „Den Lernerfolg mit Debriefing von Planspielen sichern“. In: *Planspiele und Serious Games in der beruflichen Bildung*. Hrsg. von Ulrich Blötz. Bundesinstitut für Berufsbildung, BiBB - Forschen, Beraten, Zukunft gestalten. Bielefeld: Bertelsmann.
- Krüger, Claire (2016). 20 Fakten rund ums Fliegen. URL: <https://www.condor.com/de/blog/20-fakten-rund-ums-fliegen/> (zuletzt geprüft am 04.02.2019).
- Kudraß, Thomas und Thomas Brinkhoff (2015). *Taschenbuch Datenbanken*. 2. Aufl. München: Hanser.
- Kuhn, Axel und Bernd Hellingrath (2002). *Supply Chain Management: Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette*. Berlin: Springer.
- Lachmayer, Simone (2008). „Entwicklung und Überprüfung eines Strukturmodells der Diagrammkompetenz für den Biologieunterricht“. Dissertation. Kiel: Christian-Albrechts-Universität. URL: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:8-diss-30414> (zuletzt geprüft am 01.12.2018).
- Lee, Su-Yol (2008). „Drivers for the participation of small and medium-sized suppliers in green supply chain initiatives“. In: *Supply Chain Management: An International Journal* 13.3, S. 185–198.
- Lehmann, Jürgen (1977). *Simulations- und Planspiele in der Schule*. 1. Aufl. Bd. 3. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.
- Lochmahr, Andrea (2016). *Praxishandbuch Grüne Automobillogistik*. 1. Aufl. 2016. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden und Imprint Springer Gabler.
- Lochmahr, Andrea und Julia Boppert (2014). *Handbuch grüne Logistik: Hintergründe und Handlungsempfehlungen*. 1. Aufl. *Logistik-Praxis*. München: Huss-Verl.
- Lohre, Dirk, Tobias Bernecker und Ruben Gotthardt (2011). *Praxisleitfaden zur IHK-Studie Grüne Logistik: Umsetzungsbeispiele und Handlungsempfehlungen aus der Praxis*. Hrsg. von Industrie und Handelskammer Stuttgart.

- Lu, Meng und Joost De Bock (2016). *Sustainable Logistics and Supply Chains: Innovations and Integral Approaches*. Contributions to Management Science. Cham: Springer International Publishing.
- Matzen, Frank J. und Ralf Tesch, Hrsg. (2017). *Industrielle Energiestrategie*. Wiesbaden: Springer.
- Maurice, Florence und Patricia Rex (2008). *Jetzt lerne ich CSS: Webdesign mit Cascading Style Sheets*. Jetzt lerne ich. München: Markt + Technik.
- Mohsen, Fadi (2002). „Internetbasierte Lehr-/Lernmethoden für die wirtschaftswissenschaftliche Hochschulausbildung: Konzeption und prototypische Implementierung am Beispiel eines Planspiels“. Dissertation. Universität Göttingen. URL: <https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-000D-F265-A/mohsen.pdf?sequence=1> (zuletzt geprüft am 25.10.2018).
- Muchna, Claus, Hans Brandenburg, Johannes Fottner und Jens Gutermuth (2018). *Grundlagen der Logistik: Begriffe, Strukturen und Prozesse*. Wiesbaden: Springer.
- Nagel, Arnfried (2011). „Logistik im Kontext der Nachhaltigkeit: Ökologische Nachhaltigkeit als Zielgröße bei der Gestaltung logistischer Netzwerke“. Dissertation. Berlin: Technische Universität.
- OECD (2018). The Observatory of Economic Complexity. URL: <https://atlas.media.mit.edu/en/>.
- Pomaska, Günter (2005). *Grundkurs Web-Programmierung: Interaktion, Grafik und Dynamik - Mit XHTML und CSS, XML, JavaScript, Applets, SVG, PHP*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Poppe, Ronald (2017). *Kooperationsplattformen für das Supply Chain Management: Gestaltungsempfehlungen für die kooperative Koordination der Supply Chain*. Wiesbaden: Springer.
- Quilling, Eike und Hans J. Nicolini (2009). *Erfolgreiche Seminargestaltung: Strategien und Methoden in der Erwachsenenbildung*. 2., erw. Aufl. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.
- Rabe, Markus und Maik Deininger (2012). „State of Art and Research Demands for Simulation Modeling of Green Supply Chains“. In: *International Journal of Automation Technology* Vol. 6 No. 3, S. 296–303.
- Rauh, Otto und Eberhard Stickel (1997). *Konzeptuelle Datenmodellierung*. Teubner-Reihe Wirtschaftsinformatik. Wiesbaden: Vieweg+Teubner. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-663-01170-5>.
- Rebmann, Karin (2001). *Planspiel und Planspieleinsatz: Theoretische und empirische Explorationen zu einer konstruktivistischen Planspieldidaktik*. Bd. 4. Schriftenreihe Didaktik in Forschung und Praxis. Hamburg: Kovač.
- Riedl, Alfred (2011). *Didaktik der beruflichen Bildung*. 2., komplett überarb. und erheblich erw. Aufl. Pädagogik. Stuttgart: Franz-Steiner-Verl.
- Rohn, Walter Ernst (1980). *Methodik und Didaktik des Planspiels*. Bd. 50. Beiträge zur Gesellschafts- und Bildungspolitik. Köln: Dt. Inst.-Verl.

- Safran, Christian, Anja Lorenz und Martin Ebner (2013). „Webtechnologien: Technische Anforderungen an Informationssysteme“. In: Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien. Hrsg. von Martin Ebner und Sandra Schön. Berlin: Epubli.
- Sarkis, Joseph und Yijie Dou (2018). Green supply chain management: A concise introduction. New York und London: Routledge Taylor & Francis Group.
- Schaltegger, Stefan und Dorli Harms (2010). Sustainable Supply Chain Management: Praxisstand in deutschen Unternehmen. Lüneburg: Centre for Sustainability Management.
- Schellhaas, Karl-Ulrich (1994). Entscheidungsorientierte Kosten- und Leistungsrechnung: Konzeption eines Unternehmensplanspiels. DUV. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Schenk, Michael, Tobias Reggelin und Katja Barfus (2006). „Innovative Lehrmethoden in der universitären und außeruniversitären logistischen Aus- und Weiterbildung“. In: Ausbildung in der Logistik. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl., S. 105–117.
- Schicker, Edwin (2017). Datenbanken und SQL: Eine praxisorientierte Einführung mit Anwendungen in Oracle, SQL Server und MySQL. 5. Aufl. 20. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Schmied, Martin und Wolfram Knörr (2013). Berechnung von Treibhausgasemissionen in Spedition und Logistik gemäß DIN EN 16258: Begriffe, Methoden, Beispiele ; Leitfaden. München und Bonn. URL: [http://www.verkehrsrundschau.de/sixcms/media.php/4513/DSLVL-Leitfaden\\_Berechnung\\_von\\_THG-Emissionen\\_Stand\\_03-2013.pdf](http://www.verkehrsrundschau.de/sixcms/media.php/4513/DSLVL-Leitfaden_Berechnung_von_THG-Emissionen_Stand_03-2013.pdf).
- Schuh, Günther (2014). Einkaufsmanagement: Handbuch Produktion und Management 7. 2. Aufl. VDI-Buch. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schuh, Günther und Jacob Andrae (2013). Green-Net: Gestaltung und Bewertung des nachhaltigen Einsatzes von Logistikkonzepten in Unternehmensnetzwerken. Bd. 12. Edition Forschung. Aachen: FIR.
- Schulte, Christof (2009). Logistik: Wege zur Optimierung der Supply Chain. 5. Aufl. Vah-lens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. München: Vahlen.
- Schulz, Matthias (2014). Logistikintegrierte Produktentwicklung: Eine zukunftsorientierte Analyse am Beispiel der Automobilindustrie. Wiesbaden: Springer.
- Schwägele, Sebastian (2015). „Planspiel - Lernen - Lerntransfer: Eine subjektorientierte Analyse von Einflussfaktoren“. Dissertation. Otto-Friedrich-Universität Bamberg.
- Schwägele, Sebastian, Birgit Zürn, Daniel Bartschat und Friedrich Trautwein, Hrsg. (2014). Planspiele - Ideen und Konzepte: Rückblick auf den Deutschen Planspielpreis 2013. Bd. Band 6. ZMS-Schriftenreihe. Norderstedt: Books on Demand.
- Schwartz, Florian (2006). „Hinterland-Terminals – Typen und Umsetzung: Trimodaler Containerumschlag“. In: *Hebezeuge und Fördermittel* 11, S. 580–583.
- Seeboerger-Weichselbaum, Michael (2006). Das Einsteigerseminar Java mit Eclipse. 1. Aufl. Das Einsteigerseminar Lernen, Üben, Anwenden. Heidelberg: Bhv-Verl.
- Sommer, Peggy (2007). Umweltfokussiertes Supply Chain Management: Am Beispiel des Lebensmittelsektors. 1. Aufl. Studien zum internationalen Innovationsmanagement. Wiesbaden: DUV Deutscher Universitäts-Verlag.



- Srivastava, Samir K. (2007). „Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review“. In: *International Journal of Management Reviews* 9.1, S. 53–80.
- Statista (2019a). Durchschnittlicher Preis für Dieselmotorkraftstoff in Deutschland in den Jahren 1950 bis 2018. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen#textpart-1> (zuletzt geprüft am 03.02.2019).
- Statista (2019b). Verkaufspreis von Mandeln in der Europäischen Union nach Ländern in den Jahren 2005 bis 2015 (in Euro pro 100 Kilogramm). URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen#textpart-1> (zuletzt geprüft am 04.02.2019).
- Staud, Josef L. (2005). Datenmodellierung und Datenbankentwurf: Ein Vergleich aktueller Methoden. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Steiner, René (2017). Grundkurs Relationale Datenbanken: Einführung in die Praxis der Datenbankentwicklung für Ausbildung, Studium und IT-Beruf. 9. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Steyer, Ralph (2011). jQuery: Das JavaScript-Framework für interaktives Design. Open source library. München: Addison-Wesley.
- Straube, Frank, Stefan Borkowski und Arnfried Nagel (2009). „Ökologisch nachhaltige Logistik: Ansätze zur Konzeption und Bewertung“. In: Perspektiven des Strategischen Controllings. Hrsg. von Stefan Borkowski und Marko Reimer. Wiesbaden: Gabler, S. 205–225.
- Straube, Frank und Hans-Christian Pfohl, Hrsg. (2008). Trends und Strategien in der Logistik: Globale Netzwerke im Wandel ; Umwelt, Sicherheit, Internationalisierung, Menschen. Hamburg: DVV Media Group Dt. Verkehrs-Verl.
- Sturm, Bodo und Carla Vogt (2018). Umweltökonomik: Eine anwendungsorientierte Einführung. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Sundram, Veera Pandiyan Kaliani, Premkumar Rajagopal, Atikah Shamsul Bahrin und Geetha Subramaniam (2018). „The Role of Supply Chain Integration on Green Practices and Performance in a Supply Chain Context: A Conceptual Approach to Future Research“. In: *International Journal of Supply Chain Management* Vol. 7, No. 1, S. 95–104.
- Tenerowicz, Peter (2011). Change to green: Handlungsfelder und Persepektiven für nachhaltige Logistik und Geschäftsprozesse. 4., unveränd. Aufl. Logistik result. München: Huss.
- Thatcher, Donald C. (1990). „Promoting Learning through Games and Simulations“. In: *Simulation & Gaming* 21.3, S. 262–273.
- Thommen, Jean-Paul, Ann-Kristin Achleitner, Dirk Ulrich Gilbert, Dirk Hachmeister und Gernot Kaiser (2017). Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht. 8., vollst. überarb. Aufl. 2017. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden und Imprint Springer Gabler.
- Tramm, Peter Tade (1996). „Lernprozesse in der Übungsfirma: Rekonstruktion und Weiterentwicklung schulischer Übungsfirmenarbeit als Anwendungsfall einer evaluativ-konstruktiven und handlungsorientierten Curriculumstrategie“. Habilitationsschrift.

- Georg-August-Universität Göttingen. URL: <https://www.ew.uni-hamburg.de/ueber-die-fakultaet/personen/tramm/files/lernprozesseinderuebungsfirma.pdf> (zuletzt geprüft am 18.10.2018).
- Trautwein, Christina (2011). Unternehmensplanspiele im Industriebetrieblichen Hochschulstudium: Analyse von Kompetenzerwerb, Motivation und Zufriedenheit am Beispiel des Unternehmensplanspiels TOPSIM - General Management II. Wiesbaden: Gabler Springer.
- Trautwein, Friedrich (2004). Berufliche Handlungskompetenz als Studienziel: Bedeutung, Einflussfaktoren und Förderungsmöglichkeiten beim betriebswirtschaftlichen Studium an Universitäten unter besonderer Berücksichtigung der Bankwirtschaft. Sternenfels: Wissenschaft u. Praxis.
- van Weele, Arjan J. und Michael Eßig (2017). Strategische Beschaffung: Grundlagen, Planung und Umsetzung eines integrierten Supply Management. Wiesbaden: Springer Gabler.
- VerkehrsRundschau, Hrsg. (2011). CO<sub>2</sub>-Berechnung: Das Sonderheft zur Ermittlung von Treibhausgasemissionen in der Logistik.
- Vieritz, Helmut (2015). Barrierefreiheit im virtuellen Raum: Benutzungsorientierte und modellgetriebene Entwicklung von Weboberflächen. Wiesbaden: Springer.
- von Carlowitz, Philipp und Alexander Röndigs (2016). Distribution in Afrika: Distributionslogistik in Westafrika als Beispiel. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Wannenwetsch, Helmut H. (2008). Intensivtraining Produktion, Einkauf, Logistik und Dienstleistung: Mit Aufgaben und Lösungen. Wiesbaden: Gabler.
- Waters, C. Donald J. (2009). Supply chain management: An introduction to logistics. 2. ed. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Wellbrock, Wanja (2015). Innovative Supply-Chain-Management-Konzepte: Branchenübergreifende Bedarfsanalyse sowie Konzipierung eines Entwicklungsprozessmodells. Wiesbaden: Springer.
- Wellburn, Alan (1997). Luftverschmutzung und Klimaänderung: Auswirkungen auf Flora, Fauna und Mensch. Berlin: Springer.
- Werner, Hartmut (2013). Supply Chain Management: Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 5. Aufl. Wiesbaden: Springer.
- Williams, Hugh E. und David Lane (2005). Webdatenbank-Applikationen mit PHP und MySQL. 2. Auflage. Köln: O'Reilly.
- Wittenbrink, Paul (2014). Transportmanagement: Kostenoptimierung, Green Logistics und Herausforderungen an der Schnittstelle Rampe. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Wittenbrink, Paul (2015). Green Logistics: Konzept, aktuelle Entwicklungen und Handlungsfelder zur Emissionsreduktion im Transportbereich. 1. Aufl. Wiesbaden: Springer.
- Wittstruck, David und Frank Teuteberg (2010). „Ein Referenzmodell für das Sustainable Supply Chain Management“. In: *Zeitschrift für Management* 5.2, S. 141–164.

- world ocean review (2010). Ein dynamischer Markt – der Weltseeverkehr: Die modernen Schiffe – groß, schnell und hoch spezialisiert. URL: <https://worldoceanreview.com/wor-1/transport/der-weltseeverkehr/2/>.
- Zäpfel, Günther und Bartosz Piekarz (2001). „Interaktive Lehrmethoden im Supply Chain Management durch Planspiele und Simulation“. In: E-Business. Wiesbaden: Gabler, S. 135–161.
- Zimmer, Konrad (2016). Entscheidungsunterstützung zur Auswahl und Steuerung von Lieferanten und Lieferketten unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten. Bd. Band 17. Produktion und Energie. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing.

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1:	Grundmodell einer Supply Chain nach Waters (2009, S. 11) . . . . .	5
Abb. 2.2:	SCM-Aufgabenmodell nach Hellingrath et al. (2008, S. 143) . . . . .	7
Abb. 3.1:	Anwendungsbereiche von Planspielen nach Kern (2003, S. 83) . . . . .	23
Abb. 3.2:	Das dreischichtige Architekturmodell einer Web-Anwendung (Williams und Lane 2005, S. 3) . . . . .	31
Abb. 3.3:	Darstellung einer n:m-Beziehung im ER-Modell . . . . .	33
Abb. 3.4:	Darstellung einer n:m-Beziehung im relationalen Datenmodell . . . . .	34
Abb. 4.1:	Stuktur der im Planspiel betrachteten Supply Chain . . . . .	40
Abb. 4.2:	Ablauf des Planspielseminars . . . . .	57
Abb. 5.1:	Relationales Datenmodell . . . . .	65
Abb. 5.2:	Teilnehmer-Oberfläche des implementierten Planspiels . . . . .	67
Abb. A.1:	Anleitung des Planspiels . . . . .	95
Abb. A.2:	Fragebogen zur Reflexion und Evaluierung des Planspiels . . . . .	100

# Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Durchschnittlicher Ausstoß an THG-Emissionen der Verkehrsträger je tkm nach Kranke et al. (2011, S. 118) . . . . .	15
Tab. 4.1: Daten für die Berechnung der THG-Emissionen . . . . .	49
Tab. 4.2: Zusammensetzung der Erzeugnisse . . . . .	50
Tab. 4.3: Frachtsätze nach Herry (2001, S. 75) . . . . .	52
Tab. 4.4: Losgrößen der im Planspiel berücksichtigten Güter . . . . .	53
Tab. 4.5: WTW-CO <sub>2</sub> e-Faktoren nach DIN EN 1628 (2013) . . . . .	53
Tab. 4.6: Einsparung und Kosten der fuhrparkbezogenen Maßnahmen nach Wittenbrink (2014, S. 179) . . . . .	55
Tab. 4.7: Leitfragen für die Präsentation . . . . .	58
Tab. 5.1: Bewertungsmatrix zum Vergleich der Implementierungsansätze . . . . .	62
Tab. 5.2: Vergleich von Testläufen zur Validierung des Planspiels . . . . .	72
Tab. A.1: Leitfragen zur Reflexion eines Planspiel . . . . .	91
Tab. A.2: Rohstoffpreise . . . . .	92
Tab. A.3: Durchschnittsgeschwindigkeit der Verkehrsträger . . . . .	92

# Abkürzungsverzeichnis

<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>CO<sub>2</sub>e</b>	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
<b>CSS</b>	Cascading Stylsheets
<b>ER-Modell</b>	Entity-Relationship-Modell
<b>GSCM</b>	Green Supply Chain Management
<b>HTML</b>	Hypertext Markup Language
<b>ITPL</b>	Fachgebiet IT in Produktion und Logistik
<b>SCM</b>	Supply Chain Management
<b>SSCM</b>	Sustainable Supply Chain Management
<b>tkm</b>	Tonnenkilometer
<b>THG</b>	Treibhausgas

# A Anhang

Tabelle A.1: Leitfragen zur Reflexion eines Planspiel nach (Kriz und Nöbauer 2015, S. 11)

---

1. Was ist geschehen?
    - Mögliche Themen
      - \* Persönlich/Emotionen/Gedanken
      - \* Gruppendynamisch, in der Planspielgruppe als Team, als „Lernende Organisation“
      - \* Auf das Planspiel bezogen, Entscheidungen und Strategien etc.
  2. Wie hängt das Planspiel mit der Realität zusammen?
    - Mögliche Themen
      - \* Was ist realistisch?
      - \* Was ist nicht realistisch?
      - \* Was kann man generalisieren
  3. Welche Lern-Erkenntnisse ergeben sich aus dem Spiel und was sind konkrete Konsequenzen daraus?
    - Mögliche Themen
      - \* Was wurde aus dem Planspiel gelernt, was wurde bewusst oder vertieft?
      - \* Was kann an Transfer für das eigene Handeln in Organisationen als Erkenntnis mitgenommen werden?
      - \* Welche Schlussfolgerungen/Konsequenzen ergeben sich daraus für das eigene Arbeitsleben?
      - \* Welche der im Planspiel angeschnittenen Themenbereiche/Inhalte sind besonders interessant und sollten weiter vertieft werden?
-

**Tabelle A.2: Rohstoffpreise**

Rohstoff	Rohstoffpreis	Quelle	Lagerhaltungs- kostensatz
Hafer	175 €/t	Finanzen.net 2019a	35 €/t
Kakaobohnen	1910 €/t	Finanzen.net 2019b	380 €/t
Zucker	250 €/t	Finanzen.net 2019b	50 €/t
Mandeln	2000 €/t	Annahme basierend auf Durchschnittspreis nach Statista 2019b	400 €/t
Getrocknete Äpfel	5000 €/t	Annahme	1000 €/t

**Tabelle A.3: Durchschnittsgeschwindigkeit der Verkehrsträger**

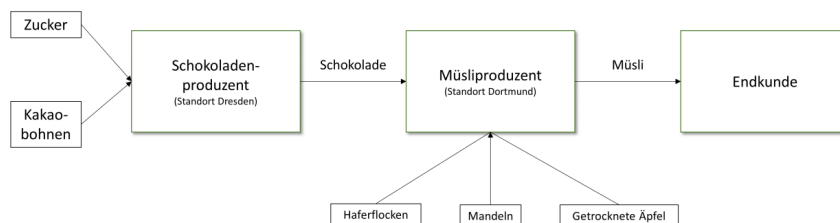
Verkehrsträger	Durchschnittsgeschwindigkeit	Quelle
Straße	60 km/h	von Carlowitz und Röndigs (2016, S. 74)
Schiene	18 km/h	Europäische Kommission (2002, S. 11)
Binnenschiff	10 km/h	Bartmann (2006)
Seeschiff	28 km/h	world ocean review (2010)
Luft	800 km/h	Krüger (2016)



# Anleitung zum Planspiel Green Supply Chain Game

## Ausgangssituation

Aufgrund des wachsenden Umweltbewusstseins der Konsumenten beschließt das Management eines in Dortmund ansässigen Müsliproduzenten einen größeren Fokus auf die Umweltwirkungen ihres Produktes zu legen. Da Umweltwirkungen bereits von der Rohstoffquelle ausgehen, plant das Unternehmen, den Umweltschutz gemeinsam mit seinem Schokoladenzulieferer zu forcieren. Sie übernehmen daher im Rahmen dieses Planspiel die Rollen von Mitgliedern eines Projektteams, dessen Aufgabe in der Reduktion von Emissionen liegt, die durch Transporte innerhalb der Supply Chain verursacht werden.



Messungen ergaben, dass in den letzten 15 Runden von der Rohstoffquelle bis zum Warenausgang beim Müslihersteller 194 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente durch Transporte ausgestoßen wurden. Das Management gibt Ihnen die Zielvorgabe, den Ausstoß an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in den nächsten 15 Runden gegenüber den vergangenen 15 Runden bei gleichzeitig minimalen Kosten um 30 % zu reduzieren.

In den vergangenen 15 Runden wurden folgende Ergebnisse erzielt:

	Gesamtkosten	Gesamtkosten je Verkaufseinheit	CO <sub>2</sub> e gesamt	CO <sub>2</sub> e je Verkaufseinheit
<b>Schokoladenproduzent</b>	544.432 €	1.556 € je t	39.895 kg	114 kg je t
<b>Müsliproduzent</b>	2.716.093 €	0,79 € je St.	154.195 kg	45 g je St.
<b>Gesamt</b>	3.260.525 €	0,95 € je St.	194.090 kg	56 g je St.

## Aufgaben und Entscheidungen

- Ihre primäre Aufgabe im Rahmen des Planspiels ist das Management der Bestände der beiden Unternehmen, mit dem Ziel, bei gleichzeitig minimalen Kosten und Ausstößen an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>e) die Endkundennachfrage rechtzeitig zu bedienen. Zum Auffüllen der Bestände können Bestellungen bei verschiedenen Lieferanten mit unterschiedlichen Transportmodalitäten aufgegeben werden.
- Im Rahmen Ihrer Aufgaben innerhalb des Projektteams treffen Sie ihre Entscheidungen immer am Ende einer Runde für die auf der Benutzeroberfläche abgebildete Folgerunde. Bestellungen, die in dieser Folgerunde eintreffen sollen, werden erst nach dem Starten der Runde als Wareneingang verbucht und stehen für die Produktion zur Verfügung.

- Vor dem Starten einer neuen Runde können für die Folgerunde getroffene Entscheidungen revidiert bzw. storniert werden. Auf Entscheidungen vergangener Runden kann nachträglich kein Einfluss genommen werden.

### Produktion

- Das Endprodukt der Supply Chain stellt ein Müsli (1 Verkaufseinheit = 500 g) dar, das sich aus folgenden Zutaten zusammensetzt:

Schokolade	100 g
Haferflocken	300 g
Mandeln	50 g
Getrocknete Äpfel	50 g

- Die Zusammensetzung einer Tonne Schokolade ist folgende

Zucker	400 kg
Kakaobohnen	800 kg

- Die Produktionsmengen einer Runde werden anhand der zur Verfügung stehenden Bestandsmengen sowie den Wareneingängen einer Runde automatisch bestimmt. Jedoch können in einer Runde maximal 350.000 Einheiten Müsli sowie 50 Tonnen Schokolade produziert werden.

### Gesamtkosten

- Die Gesamtkosten entlang der Supply Chain setzen sich aus folgenden Kostenarten, die in beiden Unternehmen anfallen, zusammen:
  - Bestellkosten
  - Lagerkosten
  - Fehlmengenkosten
- Bei dem Schokoladenproduzenten werden darüber hinaus die für die Transporte anfallenden Treibstoffkosten berücksichtigt
- Die Fehlmengen- und Lagerkosten fallen für jede Zutat rundenbasiert anhand folgender Kostensätze an

	Lagerkostensatz	Fehlmengenkostensatz
Zucker	50 € je t	---
Kakaobohnen	380 € je t	---
Schokolade	350 € je t	700 € je t
Haferflocken	35 € je t	---
Mandeln	400 € je t	---
Getrocknete Äpfel	1.000 € je t	---
Müsli	150 € je t	0,30 € je Stück

### Transport

- Für die Transportvorgänge kann je nach Lieferant zwischen den Verkehrsträgern Straße, Schiene, Seeschiff, Binnenschiff sowie Luft ausgewählt werden.
- Die Vor- und Nachläufe werden für alle Verbindungen über die Straße abgewickelt. Bei Transporten per Seeschiff können die Verkehrsträger Straße, Schiene und Binnenschiff für den Seehafen-Hinterlandverkehr ausgewählt werden.

- Der Transport per Schiene und Schiff erfolgt mittels TEU-Containern, während der Straßentransport mit Sattelzügen (40 Tonnen Gesamtgewicht) durchgeführt wird. Vor- und Nachläufe beim Kombinierten Verkehr werden mit Sattelzügen mit 44 Tonnen durchgeführt.
- Für die verschiedenen Verkehrsträger ergeben sich damit folgende Transportlosgrößen

	TEU	Sattelzug
Zucker	28 t	26 t
Kakaobohnen	16 t	---
Schokolade	---	26 t
Haferflocken	12 t	25 t
Mandeln	15 t	26 t
Getrocknete Äpfel	10 t	25 t

- Weiterhin haben Sie die Möglichkeit, Maßnahmen zur potenziellen Optimierung des Transports zwischen Schokoladen- und Müsliproduzenten anzuwenden.

Abbildung A.1: Anleitung des Planspiels

## Fragebogen zum Planspiel Green Supply Chain Game

### Reflexion des Planspiels

1. Wie war Ihr grundsätzliches Vorgehen?

---

---

---

---

---

2. Welche Strategien haben Sie verfolgt? Hatten die Strategien die erwarteten Auswirkungen? Haben Sie Ihre Strategie gewechselt?

---

---

---

---

---

3. Können Sie Schlussfolgerungen für ihre spätere berufliche Praxis ziehen?

---

---

---

---

---

4. Was haben Sie aus dem Planspiel gelernt?

---

---

---

---

---

---

## Evaluierung des Planspiels

	Trifft zu	Trifft überwiegend zu	Trifft eher zu	Trifft eher nicht zu	Trifft nicht zu
1. Das Planspiel hat mir Spaß gemacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Die Ausgangssituation war motivierend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Durch das Planspiel bin ich für die Umweltproblematik im SCM sensibilisiert worden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ich habe Handlungsmaßnahmen zur Reduzierung von transportbedingten Emissionen erlernt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ich habe gelernt, Entscheidungen im Team zu treffen und zu kooperieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Die Auswirkungen der Entscheidungen sind nachvollziehbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Das Planspiel ist realistisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Mir haben während des Planspiels keine Informationen gefehlt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Der Einstieg in das Planspiel ist mir leicht gefallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Die Bedienung des Planspiels ist intuitiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Die Spielanleitung ist verständlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Zu Hoch	Angemessen	Zu niedrig
12. Die verfügbare Zeit war ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Die Anzahl gespielter Runden war ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Der Schwierigkeitsgrad des Planspiels war ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Die Anzahl der Entscheidungsparameter war ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Indikatoren standen für Sie bei der Spieldurchführung im Fokus?

---

---

---

---

---

Was hat Ihnen gefallen?

---

---

---

---

---

Haben Sie Verbesserungsvorschläge?

---

---

---

---

---

---

5

Abbildung A.2: Fragebogen zur Reflexion und Evaluierung des Planspiels



# Eidesstattliche Versicherung (Affidavit)

Blasius, Fabian

197332

Name, Vorname  
(Last name, first name)

Matrikelnr.  
(Enrollment number)

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit/Masterarbeit\* mit dem folgenden 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.

I declare in lieu of oath that I have completed the present Bachelor's/Master's\* thesis with the following title independently and without any unauthorized assistance. I have not used any other sources or aids than the ones listed and have documented quotations and paraphrases as such. The thesis in its current or similar version has not been submitted to an auditing institution.

Titel der Bachelor-/Masterarbeit\*:  
(Title of the Bachelor's/ Master's\* thesis):

Entwicklung eines Planspiels zur Vermittlung umweltorientierter Aspekte des Supply Chain Managements

\*Nichtzutreffendes bitte streichen  
(Please choose the appropriate)

Ort, Datum  
(Place, date)

Unterschrift  
(Signature)

## 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 gfls. elektronische Vergleichswerkzeuge (wie z.B. die Software „turnitin“) zur Überprüfung von Ordnungswidrigkeiten in Prüfungsverfahren nutzen.

Die oben stehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

## Official notification:

Any person who intentionally breaches any regulation of university examination regulations relating to deception in examination performance is acting improperly. This offense can be punished with a fine of up to €50,000.00. The competent administrative authority for the pursuit and prosecution of offenses of this type is the chancellor of TU Dortmund University. In the case of multiple or other serious attempts at deception, the examinee can also be unenrolled, section 63, subsection 5 of the North Rhine-Westphalia Higher Education Act (*Hochschulgesetz*).

The submission of a false affidavit will be punished with a prison sentence of up to three years or a fine.

As may be necessary, TU Dortmund will make use of electronic plagiarism-prevention tools (e.g. the "turnitin" service) in order to monitor violations during the examination procedures.

I have taken note of the above official notification:\*\*

Ort, Datum  
(Place, date)

Unterschrift  
(Signature)

**\*\*Please be aware that solely the German version of the affidavit ("Eidesstattliche Versicherung") for the Bachelor's/ Master's thesis is the official and legally binding version.**