



Diplomarbeit

Green Logistics - Erarbeitung von Maßnahmen zur Steigerung der Nachhaltigkeit der Transportlogistik und Abschätzung der Potentiale für Unternehmen

Thema

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs
unter der Leitung von

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Kurt Matyas

Name

E330

Institutsnummer

Institut für Managementwissenschaften

Institutsbezeichnung

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

VON

Petrus Albayrak

Name

0425649

Matrikelnummer

Hassingergasse 52, 1210 Wien

Anschrift

Wien, am _____

eigenhändige Unterschrift



Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Green Logistics - Erarbeitung von Maßnahmen zur Steigerung der Nachhaltigkeit der Transportlogistik und Abschätzung der Potentiale für Unternehmen

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/ einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, September 2009

Petrus Albayrak

Kurzfassung

Als Folge des Wirtschaftswachstums und der zunehmenden Globalisierung steigt die Nachfrage nach Transportdienstleistungen. Dies führt zu einem wachsenden Transportaufkommen und damit zu einer Zunahme der Umweltbelastungen. Gleichzeitig kommt es zu einem Anstieg des Umweltbewusstseins in der Gesellschaft und deshalb werden durch unternehmerisches Handeln verursachte Belastungen der Umwelt in Politik, Öffentlichkeit und Industrie stärker wahrgenommen. Nachhaltiges Handeln gegenüber der Umwelt bei gleichzeitigem Verteidigen der Wettbewerbsfähigkeit erfordert eine Änderung der bestehenden Unternehmensstrategie. Die Logistik nimmt in diesem Zusammenhang eine besondere Stellung ein, da sie einerseits viel zur Reduktion der vom Unternehmen produzierten Umweltverschmutzung beitragen kann, andererseits mit ihrer Hilfe Wettbewerbsvorteile erzielt werden können. Diese Arbeit soll zunächst einen Überblick über das Thema „Green Logistics“ geben und die Zusammenhänge zwischen Logistik und Umwelt darstellen. Nach der Identifizierung der Belastungsträger im Logistikbereich werden grundlegende Strategien zur Reduktion der Umwelteinflüsse erläutert. Dabei werden insbesondere Maßnahmen im Transportbereich detailliert beschrieben. Diese Strategien sollen einerseits die von Kunden und der Gesellschaft geforderten umwelt- und ressourcenschonenden Transporte ermöglichen und andererseits Wettbewerbsvorteile gegenüber der Konkurrenz schaffen. Abschließend erfolgt eine Abschätzung der Reduktionspotentiale für die einzelnen Strategien. Zudem wird auch auf die notwendigen Faktoren für eine erfolgreiche Umsetzung eingegangen und es werden Möglichkeiten zur Erfassung der Umwelteinflüsse aufgezeigt.

Inhalt

I Einleitung	1
1 Zielsetzung	2
2 Methodik	3
II Theoretische Grundlagen	5
1. Begriffsbestimmung und Entwicklung.....	5
2 Logistik und Umwelt.....	8
2.1 Allgemein	8
2.2 Die Widersprüche der Green Logistics	11
2.3 Grün und wettbewerbsfähig.....	14
3 Die Treiber des Umweltbewusstseins und künftige Anforderungen an Unternehmen	16
4 Transportnetzwerke	18
4.1 Allgemein	18
4.2 Transportstruktur	20
4.3 Transportprozess.....	26
4.4 Transportmittel	27
5 Die Probleme des Transports	32
5.1 Die Entwicklung des Güterverkehrs	32
5.2. Die Leerfahrten-Problematik.....	34
5.3 Der Verkehrsträgeranteil	34
6 Möglichkeiten zur Erfassung der Umwelteinflüsse	35
6.1 Carbon Footprint.....	35
6.1.1 Allgemein.....	35
6.1.2 Berechnung	37
6.2 Umweltleistungsbewertung und Umweltkennzahlen	39
6.2.1 Allgemein.....	39

6.2.2 Umweltleistungsbewertung nach ISO 14 031	40
6.2.2 Umweltkennzahlen	41
6.2.3 Vorteile von Kennzahlen	43
6.2.4 Aufbau eines Umweltkennzahlensystems.....	44
III Green Logistics Strategien	46
1. Überblick.....	46
1.1 Nachhaltiger Transport	47
1.2 Verpackungsoptimierung.....	48
1.3 Umweltfreundliche Beschaffung	49
1.4 Gebäudebezogene Maßnahmen	50
1.5 Mitarbeiterschulungen	51
1.6 Grüne Intralogistik.....	51
2 Bewertung des aktuellen Stands.....	51
IV Auflistung und Bewertung transportreduzierender Konzepte	54
1 Einleitung	54
2 Ansätze bei der Transportstruktur	56
2.1 Integrierte Produktion beim Kunden	56
2.2. Lieferanten- bzw. Industrieparks	58
2.3 Local Sourcing.....	61
2.4 Lagerhaltungskonzepte	62
2.5 Güterverkehrszentrum (GVZ)	65
3 Ansätze beim Transportprozess	69
3.1 Einsatz von IT zur Transportoptimierung	69
3.1.1 Planungssysteme für den Transport	69
3.1.2 Frachtenbörse	73
3.1.3 Telematik	76

3.1.4 Implementierung durchgängiger Datenmanagement-Systeme	79
3.2 Wahl des optimalen Lieferkonzeptes	82
3.2.1 Direktverkehr	82
3.2.2 Milkrun	83
3.2.3 Gebietsspedition.....	86
3.2.4 Ansätze zur Lösung des „Letzte Meile“-Problems	88
3.3 Unternehmenskooperationen	91
3.3.1 Speditionskooperation.....	91
3.3.2 Kooperationen bei der Distributionslogistik	94
3.3.3 Unternehmens- und prozesskettenübergreifende Steuerung.....	97
3.3.4 City Logistik	99
4 Ansätze bei den Transportmitteln.....	101
4.1 Kombiniertes Verkehr.....	101
4.2 Technische Optimierungspotentiale	105
4.2.1. Modifikationen am Fahrzeug	106
4.2.2 Einsatz größerer Fahrzeuge.....	108
4.3 Organisatorische Maßnahmen	110
5 Abschätzung der Reduktionspotentiale und Umsetzbarkeit.....	110
6 Maßnahmenkatalog	123
7 Handlungsempfehlungen für Unternehmen	124
7.1 Allgemein	124
7.2. Auswahl von Kennzahlen.....	127
7.2.1 Transportkennzahlen.....	127
7.2.2 Umweltmanagementkennzahlen	130
7.2.3 Kennzahlen zum Ressourceneinsatz	131
7.3 Auswirkungen der Maßnahmen auf die Kennzahlen	133
V Schlussfolgerungen.....	134

VI Verzeichnisse	136
1 Literaturverzeichnis	136
2 Abbildungsverzeichnis	143
3 Tabellenverzeichnis	144
Anhang	146
A Greenhouse Gas Protocol-Methode	146
B PAS 2050-Methode	150
C Tabellen Reduktionspotentiale	153

I Einleitung

Die Rahmenbedingungen der Wirtschaft sind von einem ständigen Wandel geprägt. Neben einer Zunahme der Dynamik und Vielfalt nahm in den letzten Jahren der Umweltschutz eine immer wichtigere Stellung in unserer Gesellschaft ein. Nicht zuletzt aufgrund der spürbaren Auswirkungen der geänderten Umweltbedingungen und der daraus folgenden Diskussionen zum Thema Klimawandel geraten Unternehmen immer mehr in den Blickpunkt der Öffentlichkeit. Die Belastungen der Umwelt aufgrund unternehmerischen Handelns gewinnen in Politik und Öffentlichkeit zunehmend an Bedeutung, und der Ruf nach einer nachhaltigen Unternehmenspolitik wird lauter. Viele Firmen verabschieden als Folge des wachsenden öffentlichen Drucks Umweltschutzdeklarationen und rufen Umweltschutzprogramme ins Leben. Stand zunächst nur die Produktion im Blickpunkt, so wird zunehmend versucht auch in anderen Sektoren die vorhandenen Umweltschutzpotentiale zu realisieren.

Ein Bereich, dem besondere Bedeutung zukommt, ist die Logistik, da sie den Unternehmen einerseits Möglichkeiten bietet ihre Umweltauswirkungen zu reduzieren, andererseits auch Wettbewerbsvorteile zu erzielen. Unter den Begriff Green Logistics fallen etliche Strategien zur Reduzierung der Umwelteinflüsse der Logistik, die von Ansätzen bei der Verpackungsgestaltung, über die Organisation des Transports, bis hin zu baulichen Maßnahmen bei den Lagern reichen. Jedoch ist es notwendig, aus der Vielzahl der Möglichkeiten diejenigen auszuwählen, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll sind. Aus dieser Fülle verfügbarer Konzepte einen unternehmensindividuellen Mix zu ermitteln und zu implementieren, stellt die wesentliche Herausforderung für die Unternehmen dar.

Ein Bereich innerhalb der Logistik, der wohl für den Großteil der Umweltauswirkungen verantwortlich ist und im Fokus der öffentlichen Diskussion steht, ist der Transport. Schätzungen der OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) und des World Economic Forums gehen davon aus, dass etwa 80% der gesamten CO₂-Emissionen der Logistikbranche durch den Transport verursacht werden.¹ So stieg das Gesamtverkehrsaufkommen in den EU-15 seit dem Jahr 1992 um 43 %.² Die Problematik des wachsenden Verkehrsaufkommens ist für jedermann ersichtlich und wird durch geänderte

¹ Vgl. World Economic Forum, 2009, S.8

² Vgl. EEA, 2007, S.12

Produktions- und Unternehmenskonzepte zunehmend verstärkt. So bewirkt z.B. das Ziel, die Bestände zu minimieren und die damit verbundenen höheren Bestellrhythmen und kleineren Sendungsgrößen, einen Anstieg des Güterverkehrs. Es ist verständlich, dass Maßnahmen zum Umweltschutz immer zuerst bei den Hauptverursachern ansetzen werden, weshalb auch in dieser Arbeit dem Transport verstärkte Aufmerksamkeit zukommt. Betrachtet man die Vorgehensweisen der Unternehmen in der Logistikbranche, so setzen die Strategien der Unternehmen vor allem bei der technischen Optimierung der Fahrzeuge und bei Investitionen in neue Software an.³ Eine Studie von PricewaterhouseCoopers zeigte, dass vor allem mittelständische Unternehmen hauptsächlich in die Erneuerung des Fuhrparks (93% aller befragten Unternehmen) und in die Optimierung der Routenplanung investieren.⁴ Zwar sind diese Maßnahmen ein Schritt in die richtige Richtung, jedoch greifen sie zu kurz. Damit es Unternehmen gelingt langfristig ihre Umwelteinflüsse zu reduzieren, ist es notwendig, eine ganzheitliche unternehmensübergreifende Strategie zu verfolgen. Hierfür muss die gesamte Supply Chain in die Betrachtung einbezogen und vor allem bei der Organisation der Logistikprozesse angesetzt werden. So zeigt eine Studie des World Economic Forums, dass ein Großteil der Reduktionsmöglichkeiten, neben dem Einsatz umweltfreundlicherer Fahrzeuge, vor allem in der Optimierung der Transportnetzwerke und der Organisation der Supply Chain liegt.⁵ Obwohl diese Strategien noch ein Nischendasein führen, sind diese für die Reduzierung der Umwelteinflüsse von wesentlicher Bedeutung. Diese Tatsache ist besonders vor dem Hintergrund der weltweiten Wirtschaftskrise von Bedeutung, da in vielen Bereichen mit einem Investitionsstopp zu rechnen ist, so auch im Bereich des Umweltschutzes. Daher sind vor allem Strategien, die ohne kostspielige Investitionen auskommen und dabei hohe Reduktionspotentiale bieten, besonders von Interesse. Aus diesem Grund werden Strategien, die in diesen Bereichen ansetzen, verstärkt im Fokus dieser Arbeit stehen.

1 Zielsetzung

Für die Reduzierung der Umwelteinflüsse der Logistik existiert eine Vielzahl von Strategien und Ansätzen, welche im Rahmen dieser Arbeit untersucht und deren Potential zur

³ Vgl. World Economic Forum, 2009 und PricewaterhouseCoopers, 2009

⁴ Vgl. PricewaterhouseCoopers, 2009, S.9

⁵ Vgl. World Economic Forum, 2009, S.14

Verminderung analysiert werden sollen. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf dem Bereich Transport, wo ein Großteil der Maßnahmen ansetzt. Das Ziel dieser Arbeit ist es einerseits, einen Überblick über das Thema „Green Logistics“ zu geben und den Zusammenhang zwischen Logistik und Umwelt aufzuzeigen und andererseits einzelne ausgewählte Methoden bezüglich ihrer Wirksamkeit näher zu betrachten und zu bewerten. Des Weiteren werden Unternehmen Möglichkeiten aufgezeigt, ihre Umwelteinflüsse zu erfassen. Bei den betrachteten Strategien sind besonders diejenigen Maßnahmen von Interesse, die bei der Organisation der Transportprozesse ansetzen. Diese werden im Rahmen von Umweltstrategien, trotz der hohen Reduktionspotenziale, die sie bieten, oftmals von den Unternehmen vernachlässigt. Dabei werden die Funktionsweisen der einzelnen Methoden, deren Vor- und Nachteile sowie die Auswirkungen auf die Umwelt dargestellt. Diese Arbeit soll unterschiedliche Optionen für Unternehmen aufzeigen, die versuchen wollen ihre Umwelteinflüsse zu reduzieren. Zudem können Unternehmen anhand des am Ende der Arbeit stehenden Maßnahmenkatalogs überprüfen, welche Strategien und Maßnahmen bereits umgesetzt werden und welche noch nicht berücksichtigt wurden. Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist es, die Potentiale und Auswirkungen der einzelnen Reduktionsstrategien aufzuzeigen. Deshalb sollen Kennzahlen ausgewählt werden, auf deren Grundlage Umweltziele formuliert bzw. die Wirksamkeit von getroffenen Maßnahmen überprüft werden können.

2 Methodik

Im ersten Teil der Arbeit wird ein allgemeiner Überblick über das Thema Green Logistics gegeben. Nach einer Begriffsbestimmung wird auf den Einfluss der Logistik auf die Umwelt sowie auf die Vorantreiber des Umweltbewusstseins eingegangen. Hierfür werden insbesondere Transportnetzwerke und die Auswirkungen bestimmter logistischer Entscheidungen erläutert. Des Weiteren werden die Spannungsfelder zwischen Entwicklungen der Logistik und den Zielen von Green Logistics aufgezeigt. Zudem wird auf die Wettbewerbsvorteile, die sich durch die Verfolgung einer nachhaltigen Logistikstrategie ergeben, eingegangen. Am Ende wird noch auf die vorherrschenden Probleme des Transports eingegangen.

Anschließend werden die verschiedenen Möglichkeiten zur Erfassung der Umwelteinflüsse der Logistik behandelt. Zunächst wird die Methode des Carbon Footprints dargestellt, anschließend die Erfassung und Bewertung mittels Umweltkennzahlen.

Abschnitt 3 zeigt allgemeine Green Logistics-Strategien auf. Abgeschlossen wird dies durch eine Analyse des aktuellen Standes der Verbreitung von Umweltschutzstrategien.

Der vierte Teil der Arbeit beinhaltet verschiedene Strategien zur Reduzierung der Umwelteinflüsse des Transports. Zunächst werden die einzelnen Ansätze erläutert und es werden die Vor- und Nachteile beschrieben, um dann abschließend die Auswirkungen auf die Umwelt darzustellen. Des Weiteren wird auch auf den aktuellen Stand der Verbreitung der verschiedenen Strategien eingegangen. Am Ende werden alle Ansätze in einem Maßnahmenkatalog dargestellt, zudem erfolgt eine Abschätzung der Reduktionspotentiale und der Durchführbarkeit der einzelnen Maßnahmen. Anschließend werden Handlungsempfehlungen für Unternehmen abgegeben und Umweltkennzahlen ausgewählt. Mithilfe dieser Kennzahlen wird die Wirksamkeit einzelner Konzepte zur Reduzierung der Umwelteinflüsse, im Bereich der Transportlogistik beurteilt. Zum Abschluss wird die Wirkung der einzelnen Strategien auf die Kennzahlen in einer Matrix dargestellt.

Abschließend vereint eine Schlussfolgerung die Ergebnisse der Arbeit und stellt einen möglichen Ausblick auf die zukünftige Entwicklung und die Bedeutung des Umweltschutzes für die Logistik dar.

II Theoretische Grundlagen

1. Begriffsbestimmung und Entwicklung

Die etymologischen Wurzeln des Begriffs „Logistik“ werden in zwei unterschiedlichen Bereichen gesehen. Einerseits wird der Ursprung im griechischen „logikē“ („Lehre vom Denken“) bzw. „logikós“ („Wort“, „Vernunft“) und „logos“ („Rede“, „Sprechen“, „Wort“) gesehen und somit mit der Logik, der Lehre vom folgerichtigen Denken, in Verbindung gebracht.⁶ Dieser Ansatz ist jedoch etwas umstritten. Gebräuchlicher ist die Annahme, dass der Begriff auf das französische Wort „loger“ (Unterbringung) zurückgeht und aus dem Militärwesen stammt. Dort ist das Wort Logistik schon seit dem 19. Jahrhundert im Gebrauch und beschreibt *die Planung des Nachschubs, der Truppenbewegungen und -versorgung*.⁷ Die moderne Logistik kann in mehrere Bereiche wie z.B. Beschaffungslogistik, Produktionslogistik oder Entsorgungslogistik unterteilt werden. Ein für diese Arbeit wesentlicher Bereich ist die Transportlogistik, diese *beschäftigt sich mit der physikalischen Verbringung von Gütern (fest, flüssig, gasförmig) zwischen verschiedenen Orten innerhalb von Logistiknetzwerken (Transportnetzstruktur)*.⁸ Ziel der Transportlogistik ist die Bereitstellung und Verteilung von Waren zu den geringsten Kosten, dabei gilt es die Transporte bezüglich Beladung, Entladung, Auslastung, Übergabe und Identifizierung zu optimieren.⁹

In den Betriebswissenschaften wurde der Logistikbegriff erstmals in den 1950er Jahren in den USA verwendet und dann ab 1970 auch im deutschsprachigen Raum. Man kann die Logistik in ihrer Entwicklung in drei Phasen unterteilen; die Phase der funktionalen Spezialisierung steht am Beginn.¹⁰ In dieser Phase war die Hauptaufgabe der Logistik, abgegrenzte, eigenständige Funktionen wie Transport, Umschlag und Lagerung zu optimieren. Dies geschah vor dem Hintergrund des Wandels von Verkäufer- zu Käufermärkten und den daraus resultierenden Konsequenzen, wie der Zunahme der Variantenvielfalt oder der höheren Bedeutung des Lieferservices.¹¹ In der zweiten Phase steht die Optimierung funktionsübergreifender Abläufe im Mittelpunkt. Dabei nimmt die Logistik eine

⁶ Vgl. Hülsmann; Grapp, 2007, S.94

⁷ Arnold u. a., 2008, S.3

⁸ Kubenz, 2008, S.231

⁹ Vgl. Martin, 2009, S.96

¹⁰ Vgl. Göpfert, 2001, S.347

¹¹ Vgl. Düsseldorf u. a., 2002, S.35

Querschnittsfunktion ein, deren Ziel und Aufgabe es ist, die Logistikabläufe schnittstellenübergreifend mit anderen Funktionsbereichen, wie Beschaffung und Produktion, zu optimieren.¹² Insbesondere durch das Aufkommen neuer Informations- und Kommunikationstechnologien konnte der Handlungsspielraum der Logistik erweitert werden. In der letzten Entwicklungsphase wird die Logistik *als integrales Konzept zur Unternehmensführung verstanden, das das gesamte unternehmensübergreifende Wertschöpfungssystem und seine Leistungssysteme als Fließsystem betrachtet*.¹³ Dabei gilt es alle Material- und Güterflüsse innerhalb und außerhalb des Unternehmens zu planen und zu steuern. Während dieser Phase wurden immer wieder neue Konzepte, wie z.B. Total Quality Management, in das Logistikmanagement integriert.

Geht man zu den Aufgaben der Logistik über so gibt es hier viele unterschiedliche Definitionen. Allgemein kann man sagen, unter den Begriff Logistik fallen alle Aktivitäten, die notwendig sind um ein Produkt durch eine Supply Chain zu befördern. Üblicherweise erstreckt sich solch eine Supply Chain von der Rohmaterialbeschaffung über die Produktion bis hin zur Entsorgung. Die logistischen Aktivitäten umfassen dabei den Gütertransport, die Lagerung, die Verwaltung, den Materialumschlag sowie alle relevanten Informationsflüsse. Ziel ist es die richtigen Güter in den richtigen Mengen, am richtigen Ort, zur richtigen Zeit, in der richtigen Qualität, zu den richtigen Kosten zur Verfügung zu stellen.¹⁴ Die Hauptaufgabe des Logistikmanagements ist es, diese Aktivitäten so zu koordinieren, dass die Kundenanforderungen erfüllt werden, und all dies zu minimalen Kosten.

Betrachtet man nun den Zusatz „grün“ bzw. englisch „green“ so wird dies oft mit Begriffen wie Umwelt oder Natur assoziiert. „Grün zu sein“ wird als positiv gesehen, da es in der Regel dafür steht, die Schonung der Umwelt in seine Entscheidungen einzubeziehen. Verbindet man die beiden Begriffe miteinander, so steht „Green Logistics“ für eine umweltfreundliche, effiziente und Ressourcen schonende Gestaltung der Logistikprozesse und -funktionen. *„Grüne“ Logistik ist die ganzheitliche Transformation von Logistik-Strategien, -Strukturen, -Prozessen und -Systemen in Unternehmen und Unternehmensnetzwerken zur Schaffung umweltgerechter und ressourcenschonender Logistikprozesse*.¹⁵ Die Hauptaufgabe bzw. das Ziel von „Green Logistics“ ist es ein Gleichgewicht zwischen Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft zu schaffen (vgl. hierzu Abbildung 1). Dabei können zwischen den einzelnen Zieldimensionen durchaus Widersprüche auftreten, jedoch muss es einer nachhaltigen

¹² Vgl. Göpfert, 2000, S.20

¹³ Hülsmann; Grapp, 2007, S.96

¹⁴ Vgl. Jühnemann, 1989, S.22

¹⁵ Cetinkaya, 2008, S.62

Logistikstrategie gelingen, sowohl umweltpolitische als auch ökonomische und soziale Aspekte miteinander in Einklang zu bringen.

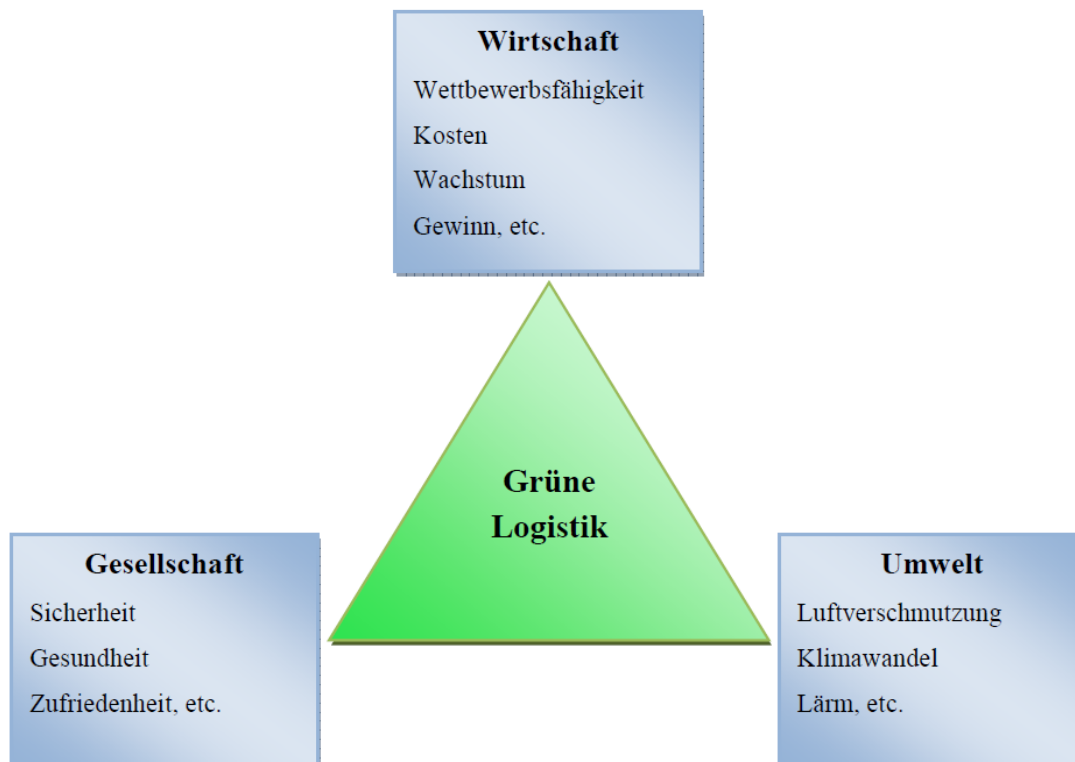


Abbildung 1: Spannungsfeld Green Logistics¹⁶

Die Inhalte der wirtschaftlichen Dimension sind die Sicherung bzw. Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum, Steigerung von Umsatz und Profit sowie die Realisierung von Kostensenkungspotentialen. Die soziale Dimension beinhaltet die Beziehungen des Logistiksystems zu den Mitarbeitern, Kunden und zur Gesellschaft. Dabei stehen Faktoren wie Gesundheit, Sicherheit, oder Zufriedenheit der Mitarbeiter im Mittelpunkt. Die ökologische Dimension stellt die Umweltverträglichkeit der logistischen Prozesse sowie deren Umweltauswirkungen, wie etwa Lärmentwicklung oder Luftverschmutzung, in den Mittelpunkt.¹⁷

Im Rahmen einer nachhaltigen grünen Logistik muss es also einem Unternehmen gelingen, einerseits wettbewerbsfähig zu bleiben und die Forderungen und Wünsche der Kunden zu erfüllen, andererseits sich seiner Umweltauswirkungen bewusst zu sein, diese zu minimieren und dabei den Anforderungen der Gesellschaft nach einem bewohnbaren Planeten und hoher Lebensqualität gerecht zu werden. Hierfür sind Umweltschutzmaßnahmen notwendig, deren Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit regelmäßig überprüft werden müssen.

¹⁶ In Anlehnung an <http://www.greenlogistics.org/PageView.aspx?id=97> (22.02.2009)

¹⁷ Vgl. Wehberg, 1997, S.48f.

2 Logistik und Umwelt

2.1 Allgemein

Die Logistik erlebte in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung und wurde zu einem immer bedeutenderen Wirtschaftsfaktor; im Jahre 2006 betrug der weltweite Umsatz der Logistikindustrie 5,4 Billionen Euro.¹⁸ Die Logistikbranche konnte in den letzten Jahren mit überdurchschnittlichen Wachstumsraten aufwarten, die wohl auch in den nächsten Jahren anhalten werden. Für das Wachstum sind verschiedene Faktoren verantwortlich, wie z.B. die Globalisierung, die Reduzierung der Wertschöpfungstiefe innerhalb von Unternehmen, die zunehmende Kundenorientierung und der technologische Fortschritt.

Mit dem Wachstum stiegen aber auch die Leistungsanforderungen an die Logistik, es muss immer schneller, billiger und besser gehen. Der Wettbewerb wurde intensiver, Kosten mussten gesenkt, gleichzeitig aber Flexibilität und Lieferqualität erhöht werden. Aufgrund der breiten Diskussionen rund um die Themen Klimawandel, Treibhauseffekt und CO₂-Ausstoß kommen nun neue Herausforderungen auf die Logistik zu, welche dazu gezwungen wird, ihre Schadstoffausstöße zu verringern. Für die Unternehmen gibt es volkswirtschaftliche, betriebswirtschaftliche und gesellschaftspolitische Gründe zur Reduzierung ihrer Umwelteinflüsse.¹⁹

Volkswirtschaftliche Motivation

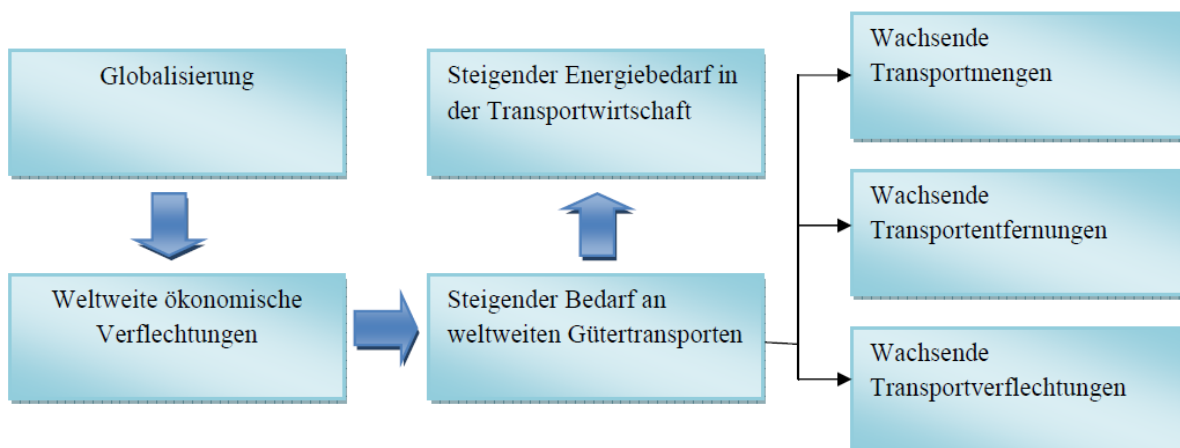


Abbildung 2: Volkswirtschaftliche Motivation zum nachhaltigen Umweltmanagement in der Logistik²⁰

¹⁸ http://www.dp-dhl.de/dp-dhl?skin=lo&check=no&lang=de_DE&xmlFile=2007858 (12.05.09)

¹⁹ Vgl. Landwehr, 2007, S.107

²⁰ In Anlehnung an Landwehr, 2007, S.108

Durch die Globalisierung und die damit wachsenden wirtschaftlichen Verflechtungen sowie aufgrund des zunehmenden Outsourcings steigen sowohl die Transportmengen als auch die Entfernungen, was zu einem steigenden Energiebedarf führt. Zudem nehmen, durch die wachsende Zahl an Transporten, die negativen Umweltauswirkungen zu. Schließlich ist der Güterverkehr nicht unwesentlich am CO₂-Ausstoß beteiligt. Der Verkehr ist für ca. 14%²¹ der weltweiten Schadstoffemissionen verantwortlich und ist damit an dritter Stelle, hinter den Energieversorgern und der produzierenden Industrie. Innerhalb der EU ist der Verkehr, hinter der Energieindustrie, der zweitgrößte CO₂-Verursacher. Es ist offensichtlich, dass Maßnahmen zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes zuerst bei den größten Verursachern ansetzen werden.

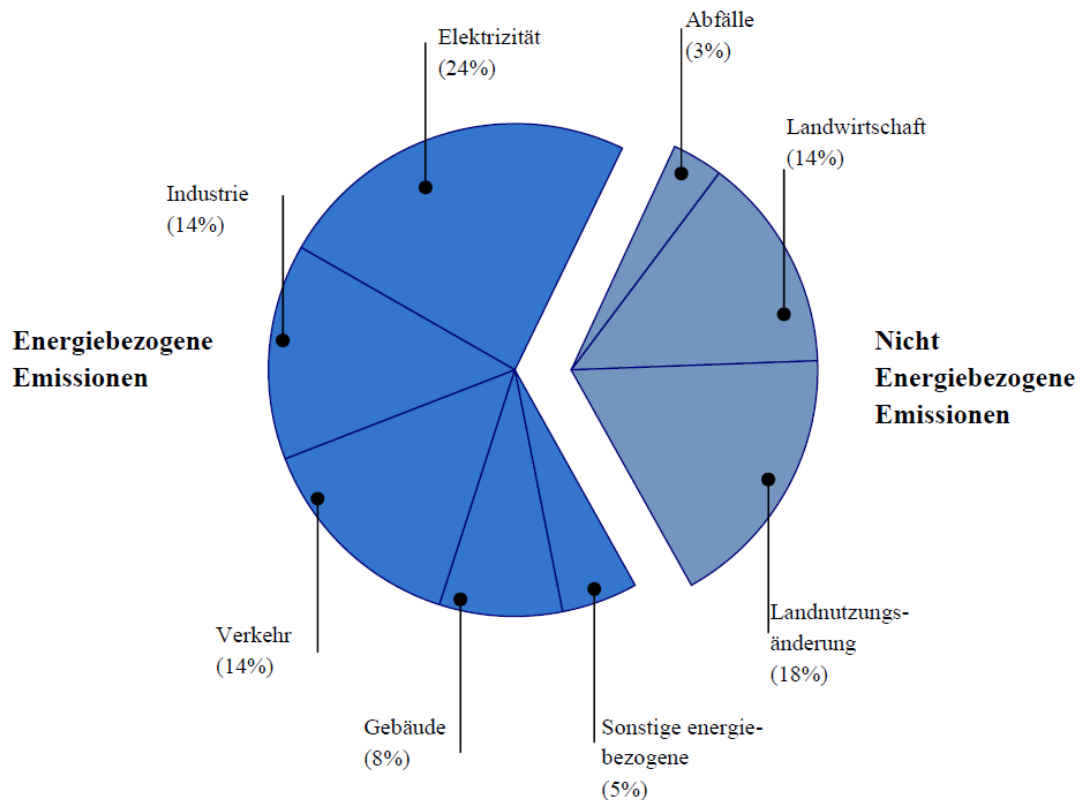


Abbildung 3: Treibhausgasemissionen im Jahre 2000 nach Emissionsquellen²²
Gesamtemissionen 2000: 42 Gt CO₂e

²¹ Stern, 2006, S.171

²² In Anlehnung an Stern, 2006, S.171

Betriebswirtschaftliche Motivation

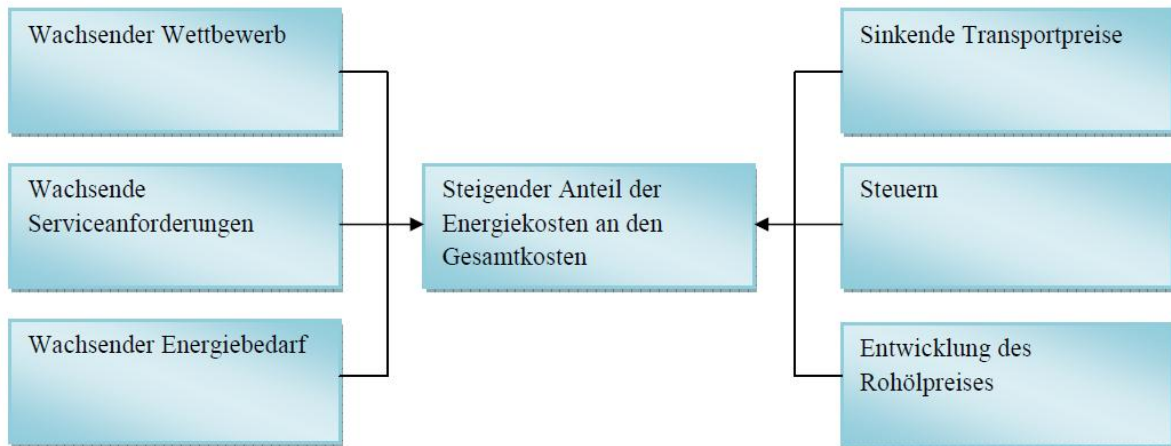


Abbildung 4: Betriebswirtschaftliche Motivation zum nachhaltigen Umweltmanagement in der Logistik²³

Des Weiteren stiegen Treibstoffpreise, gleichzeitig sanken die Transportpreise, was zu einem wachsenden Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten führt. Die immer weiter steigenden Rohstoffpreise für Öl, Gas etc. werden zu einem bedeutenden Argument für die Reduktion des Energieverbrauches bzw. des CO₂-Ausstoßes. Experten gehen davon aus, dass der Rohölpreis künftig direkten Einfluss auf die Struktur von Distributionsnetzen nehmen wird.²⁴ Durch die Verknappung und Verteuerung von Rohstoffen werden alternative Energiequellen immer attraktiver und auch aus Kostensicht rentabler.

Gesellschaftliche Motivation



Abbildung 5: Gesellschaftliche Motivation zum nachhaltigen Umweltmanagement in der Logistik²⁵

²³ In Anlehnung an Landwehr, 2007, S.108

²⁴ Vgl. Günthner u.a., 2008, S.363

²⁵ In Anlehnung an Landwehr, 2007, S.108

Industrieunternehmen stehen verstärkt im Fokus der Öffentlichkeit, denn die Zunahme des Transportaufkommens führt zu einer Steigerung der Belastung durch Schadstoffemissionen und in weiterer Folge zu einem Absinken der Lebensqualität. Gleichzeitig gibt es in der Gesellschaft einen wachsenden Transportbedarf.

Aber nicht nur der Gütertransport belastet die Umwelt, sondern auch die Lagerung: einerseits durch die benötigten Flächen, andererseits durch die notwendigen Ressourcen zur Errichtung und Betreuung von Lagern, hierbei entstehen nicht zu vernachlässigende Emissionen. Auch die Verpackungen tragen zur Umweltbelastung bei, diese resultiert sowohl aus dem Ressourcenverbrauch bei der Herstellung als auch aus Emissionen bei der Abgabe von Verpackungsabfällen an die Natur.²⁶ Daher sollten neben der Optimierung der Transporte auch die Möglichkeiten in der Intralogistik, genauso wie die Gebäudestrukturen, bei einer nachhaltigen Logistikstrategie betrachtet werden. Zudem beeinflussen Aktionen zum Umweltschutz das Image eines Unternehmens positiv und bieten eine Möglichkeit sich von Wettbewerbern zu differenzieren. Umweltzertifikate, wie etwa Carbon Footprints, werden in Zukunft immer wichtiger und zu Wettbewerbskriterien werden. Auf die einzelnen Möglichkeiten zur Reduktion der Umwelteinflüsse wird im weiteren Verlauf noch detailliert eingegangen.

2.2 Die Widersprüche der Green Logistics²⁷

Etliche Innovationen haben die Kosten, Effizienz und die Qualität der Logistik verbessert, jedoch geschah dies nicht immer im Einklang mit der Umwelt. Es existieren einige Spannungsfelder zwischen den Zielen der Logistik und denen einer nachhaltigen Entwicklung. In der Literatur wurden diese Konflikte von Rodrigue u. a. (2001) ausführlich behandelt. In diesem Kapitel wird angelehnt an die Arbeit von Rodrigue auf einzelne Bereiche näher eingegangen.

Kosten

Natürlich ist es ein Ziel der Logistik, die Kosten, wie z.B. für den Transport oder die Lagerhaltung, zu minimieren. Unternehmen stehen hier unter zunehmendem Druck, Kosten

²⁶ Vgl. Souren, 2000, S.153

²⁷ Vgl. Rodrigue u.a., 2001

müssen gesenkt werden, gleichzeitig sollen die Zuverlässigkeit und die Servicequalität erhöht und die Lieferzeit verkürzt werden. Kooperationen in den unterschiedlichen Bereichen, wie z.B. in der Distribution, unterstützen dabei Strategien, die darauf abzielen, Kosten zu minimieren. Die Einsparungsstrategien und der Kostendruck in der Logistik stehen dabei teilweise in Widerspruch zu Aspekten des Umweltschutzes. Zurzeit sind die Umweltkosten, der Logistik noch größtenteils externe Kosten. Darunter versteht man Kosten, die durch die Logistik verursacht werden, jedoch nicht von der Logistik selbst getragen werden, wie etwa Gesundheitskosten aufgrund der zunehmenden Luftverschmutzung. Während die positiven Effekte der Logistik von den Anwendern (eventuell erreichen diese auch die Kunden, wenn Einsparungen entlang der Lieferkette weitergegeben werden) realisiert und erkannt werden, wird der Umweltschutz oft als kostspielige Last gesehen.²⁸ Jedoch sind in der heutigen Zeit immer weniger Menschen bereit diese Kosten zu tragen und dadurch steigt der Druck auf die Politik und die Unternehmen, Umweltaspekte in ihren Planungen zu berücksichtigen. Die Gesetzgeber tragen diesem Aspekt dadurch Rechnung, dass sie verstärkt diejenigen zur Kasse bitten, die für die Umweltverschmutzung verantwortlich sind.

Obwohl die Politik seit langem versucht die gesamten Kosten für die Benutzung der Infrastruktur auf die Nutzer abzuwälzen, haben sich viele Logistikdienstleister, insbesondere die Frächter, erfolgreich diesen Versuchen entzogen. Viele politische Maßnahmen zielen zuerst auf den privaten Verkehr (Vignette, Schadstoffklassen, etc.) und erst später auf den gewerblichen Verkehr. Während es im Bereich der Luftfahrt schon lange strenge Auflagen (Lärm, Abgase) gibt, werden solche Maßnahmen im Bereich des LKW-Verkehrs erst langsam umgesetzt. Durch die wesentlichen Auswirkungen des gewerblichen Verkehrs auf die Umwelt gerät dieser immer stärker ins Blickfeld der Öffentlichkeit und etwaige Gesetzesänderungen könnten die Logistikkosten in die Höhe treiben.

Ein anderer offener Widerspruch ist die Schaffung von Transportnetzwerken und die Errichtung von Verteilerzentren, Terminals und Umschlagbahnhöfen. Diese können dazu beitragen, Transport- und Logistikkosten zu minimieren und die Effizienz zu erhöhen. Andererseits können solche Einrichtungen auch negative Umweltwirkungen haben, da sie den Verkehr und die damit verbundenen negativen Umweltauswirkungen, wie z.B. Lärm oder Luftverschmutzung, in einem bestimmten Gebiet stark konzentrieren. Natürlich wäre die moderne Logistik ohne solche Zentren nicht möglich, jedoch zeigen sie sehr gut einen bestehenden Widerspruch auf.

²⁸ Vgl. Rodrigue u. a., 2001, S.3f.

Zeit/Geschwindigkeit

Ein weiterer wichtiger Aspekt in der Logistik ist der Faktor Zeit. Je geringer die Lieferzeit und je höher die Geschwindigkeit, desto effizienter ist der gesamte Prozess. Dies wird jedoch in den meisten Fällen dadurch erreicht, dass die umweltschädlichsten und die am wenigsten energieeffizienten Transportmittel eingesetzt werden. Der zunehmende Luftfrachtverkehr bzw. LKW-Verkehr sind Auswirkungen des Faktors Zeit.²⁹ Die steigenden Anforderungen bezüglich Lieferzeit und Geschwindigkeit sind die Folgen einer zunehmend geforderten Flexibilität im Produktionsbereich. Ein gutes Beispiel ist hierfür die Automobilindustrie. Der Kunde soll immer schneller sein Auto bekommen und kann dabei zwischen immer mehr Varianten wählen. Zudem hat er noch die Möglichkeit bis knapp vor Produktionsbeginn Änderungen bezüglich der Ausstattung vorzunehmen, dies erhöht die Anforderung sowohl an den Produzenten als auch an die Zulieferer. Dadurch kommen immer öfter Just in Time (JIT)-Strategien zum Einsatz, da andere Varianten die gestellten Anforderungen nicht erfüllen. Je mehr solcher Strategien umgesetzt werden, desto weniger spielen Entfernungen bei der Distribution eine Rolle, was wiederum eine Zunahme des Transportverkehrs bewirkt.

Die Lagerhaltung

Modernes Logistikmanagement zielt darauf ab, die Lagerbestände zu reduzieren, da die zunehmenden Anforderungen bezüglich Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit den Bedarf an hohen Beständen reduziert. Zudem sind in der Regel die Bestandskosten bzw. die Kosten für die Lagerhaltung höher als die Transportkosten. Natürlich sind niedrige Bestände ein Vorteil der modernen Logistik, ein Zeichen für eine gute Planung und ein Maß für die Beherrschung existierender Prozesse, jedoch wird ein gewisser Teil der Bestände auf die Transportsysteme, insbesondere auf die Straße, verlagert. Empirische Studien zeigen, dass Unternehmen, die ihre Lagerbestände reduzierten, gleichzeitig eine Zunahme des LKW Verkehrs verzeichneten.³⁰ Dies liegt oftmals an den geringeren Bestellmengen und höheren Lieferfrequenzen, die wiederum zu einem Anstieg des Verkehrs führen. Diese Verlagerung der Bestände führt zu einer Zunahme der Umweltverschmutzung, was zur Folge hat, dass die Öffentlichkeit die externen Umweltkosten trägt und nicht die Logistikdienstleister.

²⁹ Vgl. Rodrigue u.a., 2001, S.5f.

³⁰ Vgl. McKinnon, 1998

2.3 Grün und wettbewerbsfähig

Das Verhältnis vieler Unternehmen zum Umweltschutz und zu strikteren Umweltauflagen ist teilweise sehr zwiespältig. Einerseits existiert in der Öffentlichkeit der Wunsch nach einem bewohnbaren, sauberen Planeten und es herrscht die Meinung vor, dass Maßnahmen, um dies zu erreichen, notwendig sind. Andererseits glaubt ein Großteil der Menschen, dass striktere Umweltauflagen die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen stark einschränken.³¹ Immer wieder blockieren ganze Industriezweige neue Umweltauflagen mit dem Argument, dass sie dadurch nicht im Wettbewerb bestehen können. Viele Unternehmen glauben an einen fixen Trade-Off zwischen Ökologie und Wettbewerbsfähigkeit. Strenge Umweltauflagen führen zu sozialen Vorteilen, wie weniger schadhaften Ausstößen, verbesserter Luftqualität und einer sauberen Umwelt. Jedoch können aus der Einhaltung von strikteren Umweltstandards höhere Kosten für die Unternehmen resultieren und damit die internationale Wettbewerbsfähigkeit reduzieren. Allerdings gilt das nicht immer, denn eine gut durchdachte Umweltauflage kann die Verbreitung von umweltschonenden Innovationen vorantreiben, die wiederum die Kosten eines Unternehmens senken. Im nächsten Abschnitt werden Ansätze aufgezeigt, wie es einem Unternehmen gelingen kann, seine negativen Umwelteinflüsse zu reduzieren und dabei trotzdem seine Kosten zu senken. Es sei hier erwähnt, dass es keineswegs einfach ist sich durch umweltfreundliche Maßnahmen einen Wettbewerbsvorteil zu erwirtschaften. Neue innovative Produkte und Geschäftsstrategien zu entwickeln um die Kunden bei Laune zu halten ist schon schwierig genug, berücksichtigt man dabei noch die Umwelt, so steigert sich die Komplexität enorm.³²

Es stellt sich nun die Frage, wie sich ein Unternehmen durch eine Umweltinitiative einen Wettbewerbsvorteil erwirtschaften kann. Um dies zu beantworten, muss man zuerst die Frage beantworten, wie sich ein Unternehmen allgemein einen Vorteil gegenüber seinen Konkurrenten herausholen kann. Laut Michael Porter kann dies auf zwei Arten gelingen:³³

- Seine Kosten im Vergleich zu den Mitbewerbern zu senken, um damit billiger anbieten zu können, oder
- sein Produkt durch bestimmte Eigenschaften, Qualität oder Serviceleistungen von den Konkurrenzprodukten zu differenzieren.

³¹ Vgl. Porter; Linde, 1995, S.120f.

³² Vgl. Esty; Winston, 2006, S.23

³³ Vgl. Esty; Winston, 2006, S.101

Der effiziente Einsatz von Ressourcen

Die Strategie, denselben Output bei geringerem Input zu erreichen, ist relativ simpel. Je weniger Material, Energie oder Zeit ich für mein Produkt bzw. meine Dienstleistung benötige desto mehr Kosten spare ich ein und desto weniger belaste ich die Umwelt. Diese Strategie entspricht dem aus der Ökonomie stammenden Minimal- bzw. Maximalprinzip. Beim Minimalprinzip soll ein vorgegebener Output mit möglichst geringem Input erreicht werden, beim Maximalprinzip soll aus einer bestimmten Rohstoffmenge der größtmögliche Output erzielt werden. Auch steckt hinter dieser Idee der „Ressourcenproduktivität“ der Gedanke, dass Verschmutzung in Form von Abfall oder Abgasen nichts anderes ist als der ineffiziente Einsatz von Ressourcen.³⁴ Zudem muss das Unternehmen dann noch zusätzliche Maßnahmen für die Entsorgung oder Lagerung der Abfälle tätigen, die wiederum Kosten verursachen. Diese Aktivitäten kreieren jedoch keinen zusätzlichen Mehrwert für den Kunden. Das Konzept der Ressourcenproduktivität eröffnet neue Betrachtungsmöglichkeiten, einerseits über die Gesamtkosten, andererseits über den Wert eines Produktes. Der ineffiziente Ressourceneinsatz in einem Unternehmen wird am ehesten offensichtlich bei der unvollständigen Materialverwertung bzw. durch schlechte Prozessplanung und in weiterer Folge durch unnötig anfallenden Müll, durch Defekte oder übermäßige Lagerbestände. Aber es gibt noch zusätzliche versteckte Kosten, wie z.B. für unnötiges Verpackungsmaterial, welches ebenfalls Ressourcen verschwendet und dadurch Kosten verursacht. Der Trend zur Reduzierung von Umweltverschmutzung ist ein Schritt in die richtige Richtung, jedoch müssen Unternehmen noch weiter gehen. Das Ziel muss es sein Umweltverschmutzung zu eliminieren. Umweltverschmutzung offenbart Schwächen in der Produktauslegung bzw. in den einzelnen Prozessschritten. Auch hierfür sind dieselben Schritte notwendig, die Vermeidung von Verschwendung und unnötigen Aktivitäten sowie die Elimination von gefährlichen Materialien. Am Ende tragen schließlich die Konsumenten die Kosten für Produkte, die die Umwelt verschmutzen oder Ressourcen verschwenden.

Einsparungspotentiale zu entdecken und umzusetzen ist dank der modernen Technik und der weltweiten Vernetzung einfacher geworden. Mithilfe von Computern und Informationssystemen kann der Ressourceneinsatz bzw. die Produktivität genau verfolgt und für bestimmte Produkte bzw. Produktionsstätten verglichen werden. Durch unternehmensweite Vergleiche können leicht Einsparungspotentiale entdeckt werden. Zudem

³⁴ Vgl. Porter; Linde, 1995, S.127ff.

bietet die moderne Informationstechnologie selbst Möglichkeiten Prozesse effizienter und umweltschonender zu gestalten.

Die Reduktion von Umweltausgaben

Die Kostenreduktion durch den effizienten Einsatz von Ressourcen ist nur ein Vorteil eines nachhaltigen Umweltmanagements. Eine weitere Möglichkeit ist es, durch nachhaltige Maßnahmen die Umweltausgaben zu senken. Damit sind z.B. Kosten für die Entsorgung toxischer Stoffe, für Abfallbeseitigung oder für Maßnahmen zur Einhaltung bzw. Überwachung von Umweltstandards gemeint. Zudem können regulatorische Hürden leichter bewältigt oder eventuelle Strafen bei möglichen Verstößen gegen Umweltauflagen vermieden werden. Überall dort, wo man den Verwaltungsaufwand reduzieren kann, können operative Kosten eingespart werden; so benötigt eine Fabrik zahlreiche Genehmigungen bis zu ihrer Öffnung. Verwende ich nun bestimmte Chemikalien oder Materialien in meinen Produktionsprozessen bzw. überschreiten die Emissionen bestimmte Grenzwerte, so kann sich dieser Genehmigungsprozess in die Länge ziehen oder es sind bauliche Sondermaßnahmen notwendig um eine Erlaubnis zu erhalten. All dies kann verhindert werden, indem man seine Umwelteinflüsse möglichst gering hält.

Ein weiterer Aspekt sind mögliche zukünftige Regulierungen und Auflagen. Unternehmen, die heute schon entsprechende Maßnahmen eingeleitet haben, brauchen künftige striktere Standards nicht zu fürchten und sind auf etwaige geänderte Rahmenbedingungen vorbereitet. Insbesondere vor wahrscheinlichen Gesetzen und Regulierungen im Bereich der Treibhausgasemissionen ist es nur ratsam schon jetzt entsprechende Aktionen zu setzen. Des Weiteren haben Unternehmen, die schon auf strengere Richtlinien vorbereitet sind, einen Wettbewerbsvorteil gegenüber denen, die dann überstürzt handeln müssen.

3 Die Treiber des Umweltbewusstseins und künftige Anforderungen an Unternehmen

Der Trend zu „Green Logistics“ geht einher mit einem zunehmenden Umweltbewusstsein der Unternehmen. Jedoch kommt dieses neue Verantwortungsgefühl gegenüber der Umwelt nicht von alleine. Unternehmen werden in ihren Handlungen von vielen verschiedenen Interessensgruppen beeinflusst. Die Treiber hinter diesem zunehmenden Umweltbewusstsein

werden in der Literatur eingehend und unter verschiedensten Gesichtspunkten behandelt (Esty u. Winston 2006, Lee 2008) und es herrscht die einhellige Meinung vor, dass ein Großteil der Unternehmen ihre Umweltpolitik nur dann ändert, wenn der öffentliche Druck, seitens Regierungen, Umweltschutzorganisationen oder Kunden, zunimmt.³⁵ Der Druck ist aber nicht für alle Unternehmen gleich, je größer und bedeutender ein Unternehmen ist, desto mehr steht es unter Beobachtung.³⁶ Zudem wird davon ausgegangen, dass große Unternehmen eher über das nötige Kapital und die notwendigen Ressourcen verfügen um entsprechende Aktivitäten im Umweltschutz zu setzen. Die einzelnen Interessensgruppen werden hier nur aufgezählt, für eine detaillierte Beschreibung sei auf die oben erwähnte Literatur verwiesen.

Folgende Gruppen sind für das gestiegene Umweltbewusstsein der Unternehmen verantwortlich:³⁷

- Gesetzgeber und Regulierungsbehörde
- NGOs und Umweltschutzorganisationen
- Medien
- Mitbewerber
- Industrievereinigungen
- Geschäftskunden
- Konsumenten und die Öffentlichkeit
- Mitarbeiter
- Investoren und Shareholders

Durch den wachsenden Druck der Interessensgruppen werden in Zukunft die ökologischen Anforderungen an die Unternehmen weiter an Bedeutung zunehmen. Neben den bisherigen Kriterien wie Preis, Geschwindigkeit oder Zuverlässigkeit werden Faktoren wie CO₂-Ausstoß und andere Umweltbelastungen verstärkt in den Fokus rücken. Das Ausmaß der künftigen Bedeutung hängt stark von den Stakeholdern ab, je mehr Druck diese im Bereich Umweltschutz auf die Unternehmen ausüben, desto eher werden Unternehmen bereit sein Maßnahmen einzuleiten. Die Unternehmen haben sich schließlich an den Wünschen der Kunden und den gesetzlichen Vorgaben zu orientieren.

³⁵ Vgl. Porter; Linde, 1995, S.127ff.

³⁶ Vgl. Lee, 2008, S.186

³⁷ Vgl. Esty; Winston, 2006, S.65ff.

Insbesondere werden auch verstärkt Klein- und Mittelunternehmen in den Blickpunkt der Öffentlichkeit geraten. Heute sind es vor allem die Big Player, die Umweltschutzprogramme verabschieden und ihre Umwelteinflüsse erfassen. So wird der Nachweis von CO₂-Emissionen, die bei der Herstellung von Produkten anfallen, in Zukunft für große Unternehmer eine bedeutende Rolle spielen. Durch die Vergabe an immer mehr Subunternehmer wird die Erfassung in diesen Bereichen immer wichtiger. Große, mittlere und auch kleine Unternehmen stehen in der Verantwortung, den Klimaschutz als festen Bestandteil eines strategischen Nachhaltigkeitskonzepts zu integrieren.³⁸ Künftig werden immer mehr Unternehmen:

- Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichte veröffentlichen
- Umweltprogramme initiieren
- ihre CO₂-Ausstöße erfassen
- Umweltmanagementsysteme aufbauen
- oder CO₂-neutrale Dienstleistungen und Produkte („grüne Produkte“) anbieten.

4 Transportnetzwerke

4.1 Allgemein

Bevor auf Transportnetzwerke eingegangen wird, sollten zunächst einige Begriffe geklärt werden. Verkehr wird definiert als *die Gesamtheit der Ortsveränderungen von Fußgängern, der Fahrten und Reisen von Personen, des Versandes von Gütern und der damit zusammenhängenden Ortsveränderungen von Fahrzeugen.*³⁹ Somit bildet jede Raumüberwindung über jede Entfernung Verkehr. Der Transport als eine spezielle Funktion der Logistik und Teil des Verkehrs wird definiert als *Raumüberbrückung oder Ortsveränderung von Transportgütern mit Transportmitteln.*⁴⁰ Dabei kann unterschieden werden zwischen einem:

- innerbetrieblichen Transport zur Beförderung von Material und Waren innerhalb eines Betriebes und dem

³⁸ Vgl. PricewaterhouseCoopers, 2009, S.15

³⁹ DIN 30781, Teil 1, S.3

⁴⁰ Pfohl, 2004b, S.162

- außerbetrieblichen Transport zwischen Kunden und Lieferanten bzw. zwischen zwei verschiedenen Werken oder Lagerhäusern.⁴¹

Ein Transportsystem besteht aus dem Transportgut, dem eingesetzten Transportmittel und dem gewählten Transportprozess als Ablauforganisation des Transportes.⁴²

Unter einem Netzwerk wird allgemein ein System von miteinander verbundenen Knoten und Kanten verstanden, in logistischen Netzwerken repräsentieren die Knoten *Quellen und /oder Senken, die sowohl materielle Güter als auch Informationen hervorbringen, aufnehmen oder umleiten können oder in denen Dienstleistungen erbracht und konsumiert werden können.*⁴³

Die Kanten stellen die Bewegungen der Güter und Informationen dar. Logistische Prozesse finden sowohl in den Knoten (Be- und Entladung, Lagerung, etc.) als auch in den Kanten (Transport) statt.⁴⁴

	Knoten	Kanten
Funktion	<ul style="list-style-type: none"> • Quelle, Senke • Umschlagpunkt (Art) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nahverkehr • Fernverkehr
Institution	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsunternehmer • Subunternehmer • Kooperationspartner 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsunternehmer • Subunternehmer • Kooperationspartner
Ausstattung	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsträgeranbindung • Be- und Entladeplätze • Flächen • Mitarbeiter • Hilfsmittel • Umschlagstechnologie • Lagerausstattung 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsinfrastruktur- ausstattung • Anzahl und Art der Verkehrsmittel • Eingesetzte Verkehrsträger • Geografische Gegebenheiten • Entfernungen • Höhenunterschiede
Organisation/Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> • Sortierprozess 	<ul style="list-style-type: none"> • Linienverkehr • Gelegenheitsverkehr

Tabelle 1: Grundelemente von Transportnetzwerken⁴⁵

⁴¹ Vgl. Pfohl u.a., 2003, S.7f.

⁴² Vgl. Gleißner; Femerling, 2008, S.40

⁴³ Pfohl u.a., 2003, S.4

⁴⁴ Vgl. Pfohl u.a., 2003, S.9

⁴⁵ Tabelle entnommen aus: Gleißner; Femerling, 2008, S.177

Die Struktur eines Netzwerkes wird von der räumlichen Anordnung der Knoten bestimmt, des Weiteren kann ein Unternehmen das Transportnetzwerk durch verschiedene Parameter, wie etwa die Anzahl der Partner oder die verwendeten Transportmittel (siehe hierzu Abbildung 6), beeinflussen. Das Ziel ist es, das Netzwerk möglichst effizient und kostengünstig zu gestalten. Die einzelnen Gestaltungsmöglichkeiten und Einflussfaktoren werden in den nächsten Kapiteln behandelt.

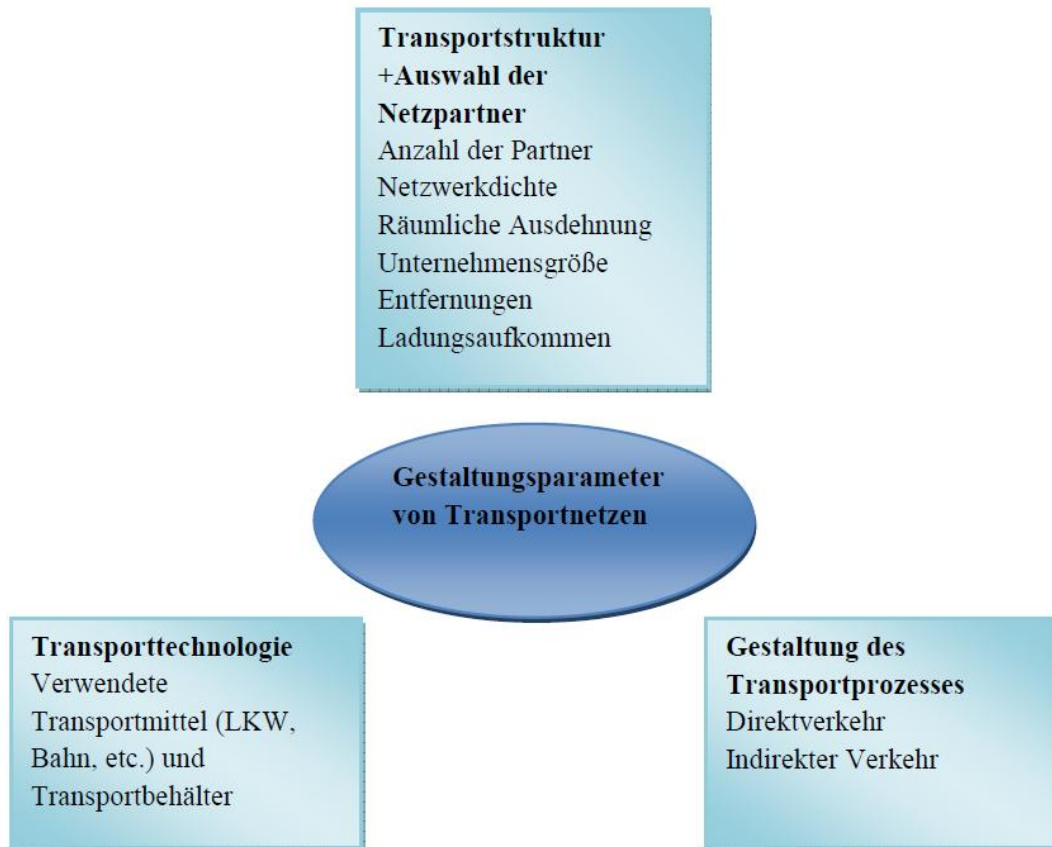


Abbildung 6: Gestaltungsparameter von Transportnetzen⁴⁶

4.2 Transportstruktur

Die Struktur eines Transportnetzwerkes wird von der räumlichen Anordnung und der Anzahl der Lieferanten, Produktions- und Montagewerke, Lager, Umschlagpunkte und der Kunden bestimmt. Die Struktur hat wesentlichen Einfluss auf das ökologische Ziel, die Transportentfernungen zu senken und die Transporteffizienz zu erhöhen bzw. das Transportaufkommen zu vermindern. Die Transportstrukturen werden von den Stufen in der

⁴⁶ In Anlehnung an Pfohl u.a., 2003, S.20

Lieferkette beeinflusst (Direktbelieferung oder Zwischenlager), diese beeinflussen wiederum die Anzahl und die Anordnung der Produktionswerke, Lieferanten, Lagerstätten (zentral oder dezentral). Die Anzahl wird zudem noch von Faktoren wie der Fertigungstiefe beeinflusst, aufgrund des zunehmenden Outsourcings verringerte sich in den letzten Jahren die Wertschöpfungstiefe von Unternehmen und als Folge nahmen die Beschaffungsvolumen und die Komplexität von Logistik- und Transportnetzwerken zu. Bei der Struktur kann man zwischen einstufigen, mehrstufigen und kombinierten Systemen unterscheiden (vgl. hierzu Abbildung 7).

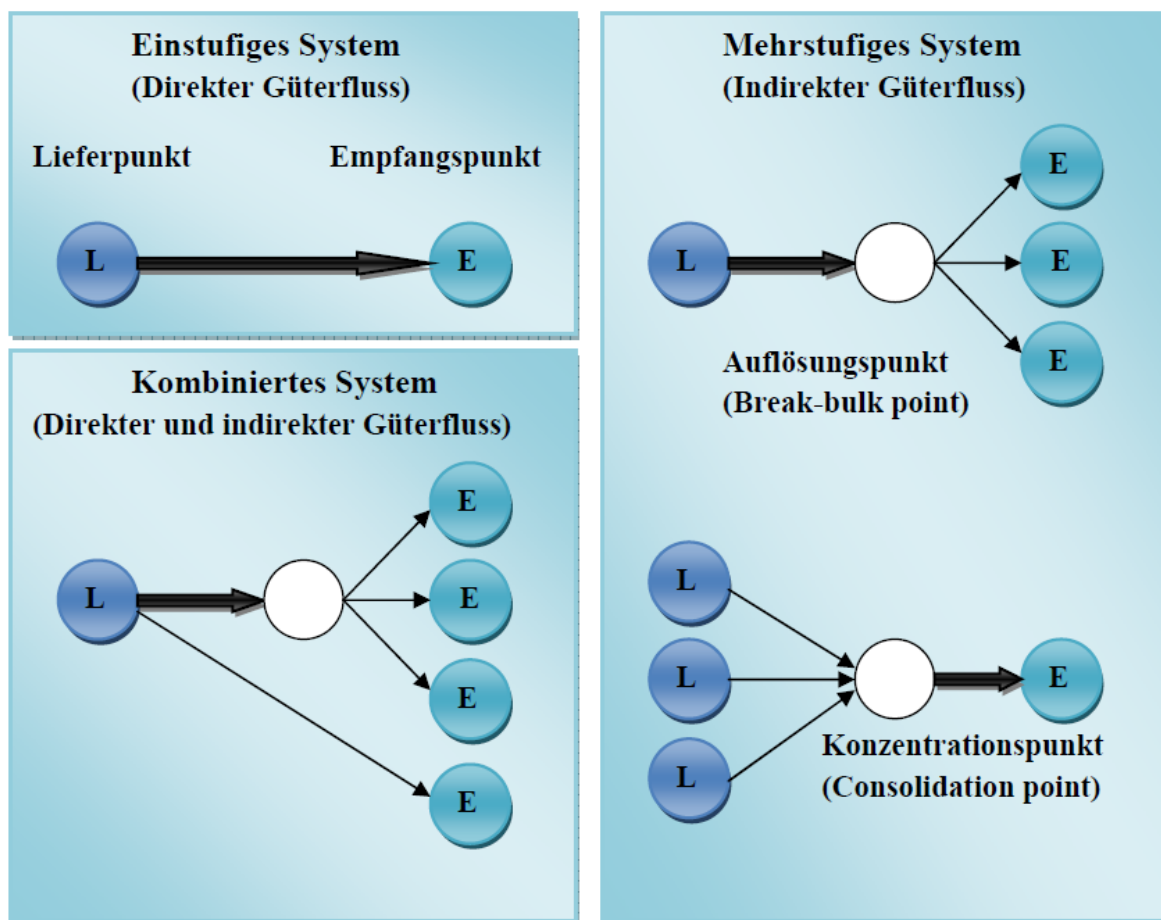


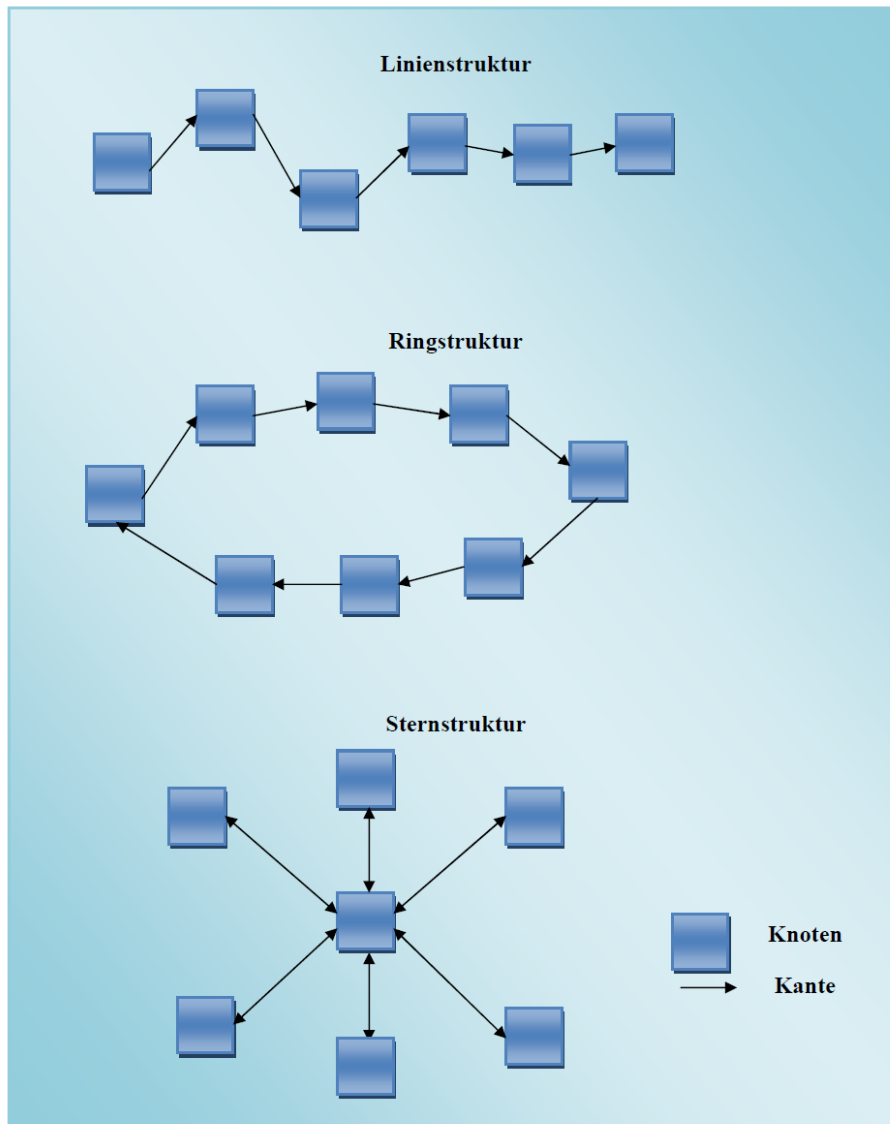
Abbildung 7: Grundstrukturen von Logistiksystemen⁴⁷

Bei einem einstufigen System erfolgt der Güterfluss zwischen Liefer- und Empfangspunkt räumlich und zeitlich gesehen direkt. Der Vorteil eines solchen Systems ist, dass der Güterfluss nicht unterbrochen wird und dadurch keine zusätzlichen Umschlag- und Lagerprozesse notwendig sind. Bei einem mehrstufigen System erfolgt der Güterfluss

⁴⁷ In Anlehnung an Pfohl, 2004b, S.6

zwischen Liefer- und Empfangspunkt indirekt. Dabei wird dieser an mindestens einem zusätzlichen Punkt unterbrochen. Bei diesem Unterbrechungspunkt kann es sich entweder um einen Konzentrations- oder um einen Auflösungspunkt handeln. Bei einem Konzentrationspunkt werden die Güterflüsse mehrerer Lieferpunkte gebündelt, damit dann zum Empfangspunkt nur ein einziger Güterfluss erfolgt. Ein Auflösungspunkt soll die Konzentration des Güterflusses vom Lieferpunkt her auflösen und in kleinere Güterflüsse zu den verschiedenen Empfangspunkten verteilen. Bei einem kombinierten System existieren direkte und indirekte Güterflüsse nebeneinander.

Aufgrund der Anordnung der Knoten und von deren Verbindungen zueinander kann man grundlegend zwischen Linien-, Ring- und Sternstrukturen unterscheiden. In der Praxis findet man vielfältige Ausprägungen dieser Grundstrukturen, die an die jeweiligen Anforderungen der Unternehmen angepasst werden.

Abbildung 8: Elementare Netzstrukturen⁴⁸

Die Gestaltung der Transportstrukturen wird hauptsächlich von ökonomischen Zielen beeinflusst, Umweltaspekte bezüglich Transport oder Lagerung werden in der Regel erst später betrachtet.⁴⁹ So hat z.B. die Entfernung eines Lieferanten zum Hersteller einen entscheidenden Einfluss auf die Transportlänge und in weiterer Folge auf die Umweltauswirkungen. In diesem Bereich spielen jedoch hauptsächlich ökonomische Betrachtungen, neben der Produktqualität, eine Rolle. Auch die Verkehrsanbindung eines Lieferanten ist von wesentlicher Bedeutung; befindet sich dieser in der Nähe eines Hafens, oder verfügt er über ein eigenes Bahnterminal, so bietet sich damit die Möglichkeit auf alternative Verkehrsmittel umzusteigen.

⁴⁸ In Anlehnung an Gudehus, 2005, S.814

⁴⁹ Vgl. Souren, 2000, S.159

Zudem stellt sich die Frage, ob man zentrale oder dezentrale Strukturen errichtet. So können z.B. bei dezentralen Lagern Bündelungen der Liefermengen einfacher erfolgen und man kann eine höhere Transportmittelauslastung damit erreichen. Zentrale Lager hingegen weisen dieselben bzw. die ähnliche Vorteile wie eine Direktbelieferung auf: niedrigere Bestände, weniger Lager, in weiterer Folge geringere Umweltauswirkungen durch weniger Landverbrauch. Zudem verringert sich die Anzahl der Verbindungen zwischen Empfangs- und Lieferpunkten. Ein weiterer Aspekt ist, dass mit Abnahme der Anzahl der Lager oder Knoten die Wahl des Standortes zunehmend an Bedeutung gewinnt. Zudem sollte berücksichtigt werden, dass bei einer Zentralisierung von Netzwerken leistungsfähige Kommunikations-, Umschlag-, und Transporttechnologien existieren müssen, um die Anforderungen des Marktes bezüglich Flexibilität und Lieferzeit zu erfüllen.⁵⁰

Distributionsstrukturen

Die Gestaltung der Distributionsstrukturen und der Lagerstandorte hat einen entscheidenden Einfluss auf das Transportaufkommen, die Auslastung der Fahrzeuge und den Leerfahrtenanteil. Die Distributionsstruktur hängt im Wesentlichen von drei Faktoren ab:⁵¹

- der Zahl der unterschiedlichen Lagerstufen
- der Zahl der Lager auf jeder Stufe sowie deren geographische Verteilung und
- der räumlichen Zuordnung der Lager zu den Absatzgebieten.

Man kann zwischen der vertikalen und der horizontalen Distributionsstruktur unterscheiden. Die vertikale Struktur beschreibt die Stufigkeit des Distributionssystems, gibt also an, wie viele Lagerstufen ein Gut von der Produktion bis zum Kunden durchläuft; die horizontale Struktur gibt die Anzahl der Lager je Stufe, ihre Standorte und die Zuordnung von Lagerstandorten zu ihren Absatzgebieten an. Grundsätzlich kann man bei der vertikalen Struktur zwischen vier Lagerstufen unterscheiden:⁵²

- **Werkslager:** Dient vorwiegend dem Mengenausgleich zwischen Produktion und Distribution. Die Zahl der Werkslager ist meistens mit der Zahl der Produktionsstandorte ident.

⁵⁰ Vgl. Pfohl, 2004a, S.119

⁵¹ Wannenwetsch, 2006, S.308

⁵² Vgl. Wannenwetsch., 2006, S.309f. und Arnold u.a., 2008, S.421f.

- **Zentrallager:** Diese beinhalten das gesamte Sortiment eines Unternehmens und dienen zur Versorgung nachgelagerter Lagerstufen.
- **Regionallager:** Enthalten Teile des Sortiments, dienen zur Pufferbildung für Produktion und Absatzmarkt sowie zur Entlastung von vor- und nachgelagerten Lagerstufen innerhalb einer Region.
- **Auslieferungslager.** Um die Kunden möglichst schnell zu beliefern, haben viele Unternehmen ein stark verzweigtes Netz von Auslieferungslagern installiert. Dabei können jedem dieser Lager ein oder mehrere Verkaufsgebiete zugeordnet werden. Die Versorgung der Auslieferungslager erfolgt dabei entweder von den Regional- oder von Zentrallagern.

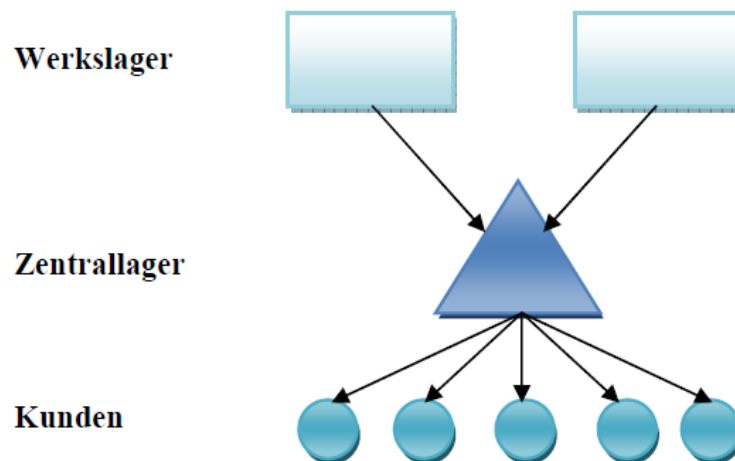


Abbildung 9: Beispiel Distributionsstruktur, zentrale Lagerhaltung

Grundsätzlich können die Kunden von jeder Lagerstufe versorgt werden, dabei kann die optimale Lage der Lager und die Zuordnung zu den Kunden durch eine Optimierungsrechnung ermittelt werden.⁵³

Im Bereich der Transportstrukturen gibt es einige Strategien zur Reduzierung der Umwelteinflüsse, wie etwa die Errichtung von Lieferantenparks oder Local Sourcing. Diese Strategien werden im vierten Teil der Arbeit ausführlich behandelt.

⁵³ Vgl. Arnold u.a., 2008, S.422

4.3 Transportprozess

Der Transportprozess beschreibt wie der Transport zwischen den einzelnen Elementen des Logistiknetzwerkes erfolgt, z.B. direkt oder indirekt mittels Zwischenlagern oder Verteilerzentren. Dies ist wiederum abhängig von der Transportstruktur.

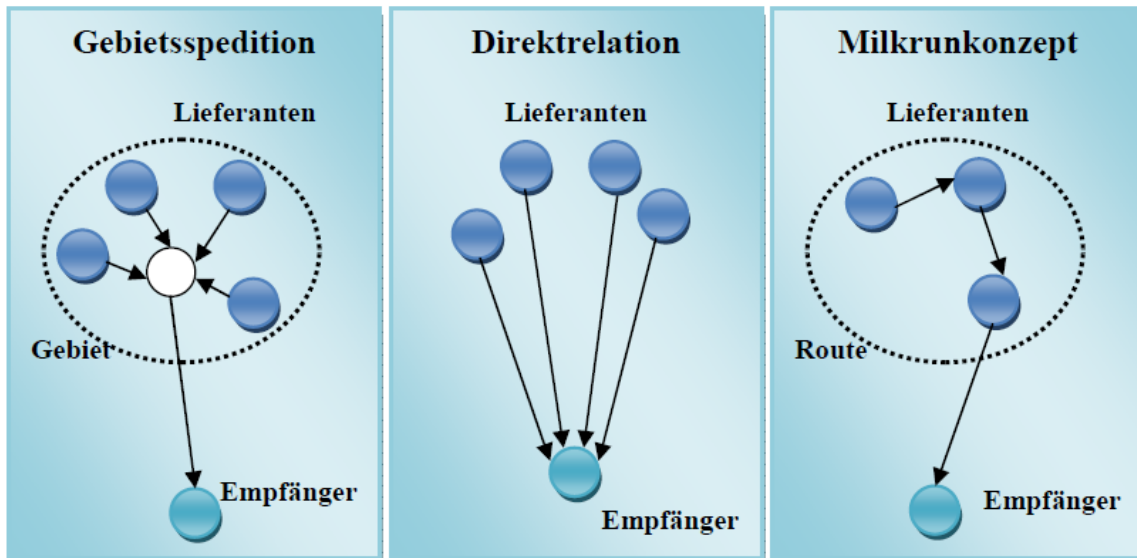


Abbildung 10: Anlieferkonzepte⁵⁴

Die Direktbelieferung bietet eine Reihe von Vorteilen, sowohl ökonomischer als auch ökologischer Art. Einerseits kann die Lieferqualität erhöht werden, da besser auf die Anforderungen des Kunden reagiert werden kann, andererseits werden weniger Lager benötigt und die Bestände nehmen ab. Dies ist sowohl ökonomisch von Vorteil als auch aus Sicht der Umwelt, da weniger Ressourcen in Anspruch genommen werden. Zudem kommt es zu einer Reduzierung der Transportstrecke pro Liefervorgang, womit die Umwelteinflüsse wiederum gesenkt werden. Diesen Vorteilen steht jedoch eine mögliche verminderte Transporteffizienz gegenüber. Je geringer die Mengen bei der Direktbelieferung und je schlechter die Transportmittelauslastung desto schlechter ist die Transporteffizienz. Bei einem indirekten Güterfluss können jedoch kleinere Transportlose gebündelt und damit Kostendegressionsvorteile genutzt werden. Allerdings kann eine Bündelung zu einer Erhöhung der Lagerkosten führen sowie den Planungsaufwand steigern. Eine solche Bündelung kann beispielsweise durch ein Milkrun-Konzept oder eine Gebietsspedition erfolgen. Bei der Wahl zwischen Direktbelieferung und einem indirekten Güterfluss sollte die

⁵⁴ In Anlehnung an Pfohl, 2004b

Frage der Auslastung geklärt werden. Es ist ökologisch und ökonomisch abzuwiegen, ob die Vorteile oder die Nachteile überwiegen. In beiden Fällen müssen einerseits die Lagerkosten den Transportkosten gegenübergestellt werden, andererseits die transportbedingten Umweltauswirkungen den lagerbedingten Umweltauswirkungen. In der Regel sind die negativen Umwelteinflüsse des Transportes höher als die eines Lagers, jedoch die Transportkosten klein gegenüber den Lagerkosten.⁵⁵

4.4 Transportmittel

Die Wahl des jeweiligen Transportmittels hängt von unterschiedlichen Faktoren ab, wie etwa von der Transportmenge, den Transportkosten, der geforderten Lieferzeit, der Art des Gutes oder der zur Verfügung stehenden Verkehrsinfrastruktur. Im weiteren Verlauf werden kurz die jeweiligen Vor- und Nachteile der jeweiligen Verkehrsträger erläutert.

Straße bzw. Straßengüterverkehr

Der hohe Einsatz des LKWs im Transportwesen ist auf viele Faktoren zurückzuführen. Zunächst existiert eine sehr gut ausgebaute und flächendeckende Infrastruktur. Da der LKW netzungebunden agieren kann, eignet er sich sowohl für den Nah- als auch für den Fernverkehr. Man muss sich an keine Fahrpläne halten oder sich mit einem Netzbetreiber koordinieren, da es sich bei den Straßen um öffentliche Infrastruktur handelt, die von allen zu jeder Zeit genutzt werden kann.⁵⁶ Zudem eignet sich der LKW besonders für Haus zu Haus sowie Band zu Band Transporte, da der gesamte Transport ohne Unterbrechung erfolgen kann. Betrachtet man die Schnelligkeit, so kann der LKW insbesondere in einem Entfernungsbereich von bis zu 400 km seine Vorteile ausspielen.⁵⁷ Dies resultiert jedoch nicht aus der höheren Fahrgeschwindigkeit des LKWs gegenüber der Bahn, sondern vielmehr aus weniger zeitaufwendigen Umschlagsprozessen sowie entfallenden Rangier- und Bereitstellungsvorgängen, die zu einer niedrigeren Transportzeit für kurze bis mittlere Distanzen führt. Auch können mit einem LKW alle Güter transportiert werden, sowohl

⁵⁵ Vgl. Souren, 2000, S.160

⁵⁶ Vgl. Bensel, 2008, S.221

⁵⁷ Vgl. Aberle, 2000, S.498

Massen- als auch Schüttgüter, da eine Vielzahl von verschiedenen LKW-Typen sowie standardisierte und hochspezialisierte Aufbauten angeboten werden.⁵⁸

Der Nachteil der LKWs ist die geringe Massenleistungsfähigkeit. So haben LKWs höchstens eine Kapazität von 26 t (ausgenommen EuroCombis, diese sind jedoch nur in einigen Ländern zugelassen), dadurch ist es kaum möglich große Gütermengen zu niedrigen Preisen zu transportieren.⁵⁹ Zudem haben LKWs im Gegensatz zur Bahn und der Schifffahrt eine sehr schlechte Umweltbilanz.

Bahn bzw. Schienenverkehr

Im Gegensatz zum LKW weist die Bahn eine hohe Massenleistungsfähigkeit auf. So können große Mengen an Gütern transportiert werden, da die Kostenstruktur der Bahn, mit einem hohen Fixkostenanteil und niedrigen variablen Kosten, den Transport von Massengütern begünstigt. Zudem zeichnet sich die Bahn durch eine hohe Transportsicherheit aus, da eher selten Schwierigkeiten bei der Transportabwicklung auftreten. Des Weiteren weist die Bahn gegenüber der Straße eine gute Umweltbilanz auf, die jedoch von der Art der Stromerzeugung abhängig ist. Je mehr Strom aus regenerativen Energiequellen stammt, desto umweltfreundlicher ist der Transport mit der Bahn. Wenn es um die Pünktlichkeit und Berechenbarkeit der Bahn geht, so gehen die Meinungen auseinander. In der Literatur wird die Pünktlichkeit, aufgrund der Fahrplanbindung, einerseits als hoch eingeschätzt, andererseits wird die Berechenbarkeit trotz Fahrplänen als niedrig eingestuft.⁶⁰ Gründe für Verspätungen und Abweichungen sind die Überlastung der Infrastruktur und der Personalmangel, zudem wird ein Großteil der Strecken sowohl vom Güter- als auch vom Personenverkehr benutzt, wobei dem Personenverkehr stets der Vorzug eingeräumt wird.

Die Bahn kann im Gegensatz zum LKW auf eine weniger gut ausgebaute Infrastruktur zurückgreifen. Zudem handelt es sich beim Schienennetz um ein natürliches Monopol, was zu einer starken Abhängigkeit vom Netzbetreiber führt. Des Weiteren ist man an Fahrpläne und die vorhandenen Kapazitäten gebunden. Ein weiterer Nachteil der Schiene ist die niedrigere Transportgeschwindigkeit, die jedoch stark von der Zusammenstellung der jeweiligen Züge abhängig ist. So ist die Transportzeit bei zielreinen Zügen niedriger als bei solchen, deren

⁵⁸ Vgl. Aberle, 2000, S.498

⁵⁹ Vgl. Benschel, 2008, S.221

⁶⁰ Vgl. Aberle, 2000, S.508 und Eickemeier, 1997, S.90f.

Zusammensetzung für ein Teilstück geändert werden muss.⁶¹ Hierbei kommt es insbesondere durch die benötigten Rangier- und Umkoppelungsvorgänge zu einer Erhöhung der Transportzeit. Die durchschnittliche Transportgeschwindigkeit variiert zwischen 80- und 120 km/h, die zulässigen Maximalgeschwindigkeiten auf freien Strecken können jedoch aufgrund von Haltesignalen, abgestellten Fahrzeugen oder Knotenpunkten selten erreicht werden.⁶² Um diese Nachteile zu mindern, können einige Maßnahmen eingeleitet werden. So sollten mehr Direktverbindungen eingerichtet oder neue Züge bzw. automatische Kupplungen eingesetzt werden.

Schifffahrt

Einer der großen Vorteile der Schifffahrt ist die sehr hohe Massenleistungsfähigkeit gegenüber Bahn und LKW. Dadurch können besonders große Mengen preisgünstig transportiert werden. Dem gegenüber steht eine niedrige Transportgeschwindigkeit, auf Kanälen ist die Fahrgeschwindigkeit zum Schutze der Ufer auf 5-10 km/h begrenzt, auf kanalisierten Flüssen werden Geschwindigkeiten von etwa 10 km/h erreicht.⁶³ Bei der Binnenschifffahrt kann eine Durchschnittsgeschwindigkeit von max. 20 km/h und bei der Hochseeschifffahrt von max. 45 km/h erreicht werden.⁶⁴ Zudem benötigen Schiffe spezielle Entladungsterminals und Hafenanlagen. Auch kann es aufgrund des Trends zur Reduzierung von Lagerbeständen zu einer Überdimensionierung der Schiffsräume und einer niedrigen Transportauslastung kommen.

⁶¹ Vgl. Düsseldorf u.a., 2002, S.62

⁶² Vgl. Bensel, 2008, S.222

⁶³ Düsseldorf u.a., 2002, S.65

⁶⁴ Vgl. Bensel 2008, S.222

Luftfahrt

Das Flugzeug zeichnet sich insbesondere durch eine hohe Transportgeschwindigkeit aus. Jedoch hat das Flugzeug mit Abstand die höchsten Kosten sowie die schlechteste Umweltbilanz von allen Verkehrsträgern. Zudem können mittels Flugzeug nur geringe Mengen transportiert werden und insbesondere bei sperrigen Gütern treten Probleme aufgrund der engen Laderäume auf.

Verkehrsmittel	Vorteile	Nachteile
LKW	<ul style="list-style-type: none"> • Relativ schnell • Flexibel • Relativ niedrige Wartezeiten • Möglichkeiten einer Haus zu Haus Beförderung • Flächendeckende Güterverteilung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Umweltbelastung • Hoher Landschaftsverbrauch • Hoher Primärenergiebedarf • Verkehrsstörungen • Witterungseinflüsse • Geringes Transportvolumen • Fahrverbote
Bahn	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Umweltbelastung • Unabhängigkeit vom Straßenverkehr • Eignung für schwere und sperrige Güter sowie großen Mengen • Relativ störungsfrei 	<ul style="list-style-type: none"> • Unflexibel • Abhängigkeit vom Schienennetz und dem Netzbetreiber • Bindung an Fahrpläne • Landschaftsverbrauch • Umladebedarf
Schiff	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Umweltbelastung • Kostengünstig • Hohe Transportkapazität • Überwindung von Ozeanen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstraßen nötig • Langsam • Teures Handling und Umschlag • Wetterabhängig
Flugzeug	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Transportgeschwindigkeit • Überwindung von großen Entfernungen und Ozeanen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Umweltbelastung • Hohe Kosten • Beschränkte Tragfähigkeit • Hoher Primärenergieverbrauch

Tabelle 2: Vor- und Nachteile der Verkehrsträger⁶⁵

⁶⁵ Tabelle in Anlehnung an Kramer u.a., 2003, S.44

Umweltorientierte Verkehrsträgerbetrachtung

Durch den zunehmenden LKW-Verkehr verstärken sich die negativen Umwelteinwirkungen des Güterverkehrs. In Tabelle 3 werden die Schadstoffausstöße der einzelnen Verkehrsträger (bezogen auf die Transportleistung in Tonnenkilometer) einander gegenübergestellt. Zwar entsprechen die Werte nicht dem aktuellsten Stand, sind jedoch in ihrer Grundtendenz unverändert. Hier weist der LKW-Verkehr, nach dem Flugzeug, die schlechtesten Werte auf. So werden die transportbedingten Umweltbelastungen aufgrund des gestiegenen Transportaufkommens durch die Entwicklung der Verkehrsträgeranteile zusätzlich verstärkt.⁶⁶ Aus ökologischer Sicht ist eine Zunahme des LKW-Verkehrs nicht sinnvoll, hier spielen vor allem ökonomische Gründe eine Rolle. Neben den Kosten sind auch Faktoren wie Schnelligkeit und Zuverlässigkeit für die hohe LKW-Affinität verantwortlich. Jedoch kann in den meisten Bereichen nicht auf den LKW verzichtet werden, da dieser im Vor- oder Nachlauf zwingend notwendig erscheint. Im vierten Abschnitt wird der kombinierte Verkehr als ein Ansatz zur Reduzierung des LKW-Aufkommens diskutiert.

	Eisenbahn	Schiff	LKW	Rohrleitung	Flugzeug
CO₂ (g/tkm)	42	35	109	10	157
CH₄ (g/tkm)	0,01	0,01	0,04	0,02	0,027
NMVOC (g/tkm)	0,14	0,04	0,4	0,02	0,25
NO_x (g/tkm)	0,5	0,4	1,5	0,02	4,1
CO (g/tkm)	0,15	0,1	0,5	0	0,8
SO₂ (g/tkm)	0,05	0,04	0,12	0	0,33
Staub (g/tkm)	0,04	0,01	0,1	0	0,01
Energieverbrauch (KJ/tkm)	180	300	2800	168	10625

Tabelle 3: Schadstoffausstöße von Verkehrsmitteln⁶⁷

⁶⁶ Vgl. Souren, 2000, S.158

⁶⁷ Tabelle entnommen aus: Kramer u.a., 2003, S.44

5 Die Probleme des Transports

Bevor Maßnahmen zur Reduzierung der Umwelteinflüsse gesetzt werden können, müssen die grundlegenden Probleme des Transportes identifiziert werden. Zusammenfassend kann man sagen, dass folgende Hauptprobleme existieren:

- steigendes Gesamtverkehrsaufkommen
- die Leerfahrtenproblematik und
- der ungünstige Verkehrsträgeranteil.

5.1 Die Entwicklung des Güterverkehrs

Das Gesamtverkehrsaufkommen wird beeinflusst von der transportierten Menge und der zurückgelegten Wegstrecke. Betrachtet man die gegenwärtige Entwicklung des Gütertransportes in den EU-15, so wird ersichtlich, dass allein von 1996 bis 2006 die Anzahl der gefahrenen Tonnenkilometer (Tonnen mal Kilometer) von 325 auf 400 Milliarden gestiegen ist.

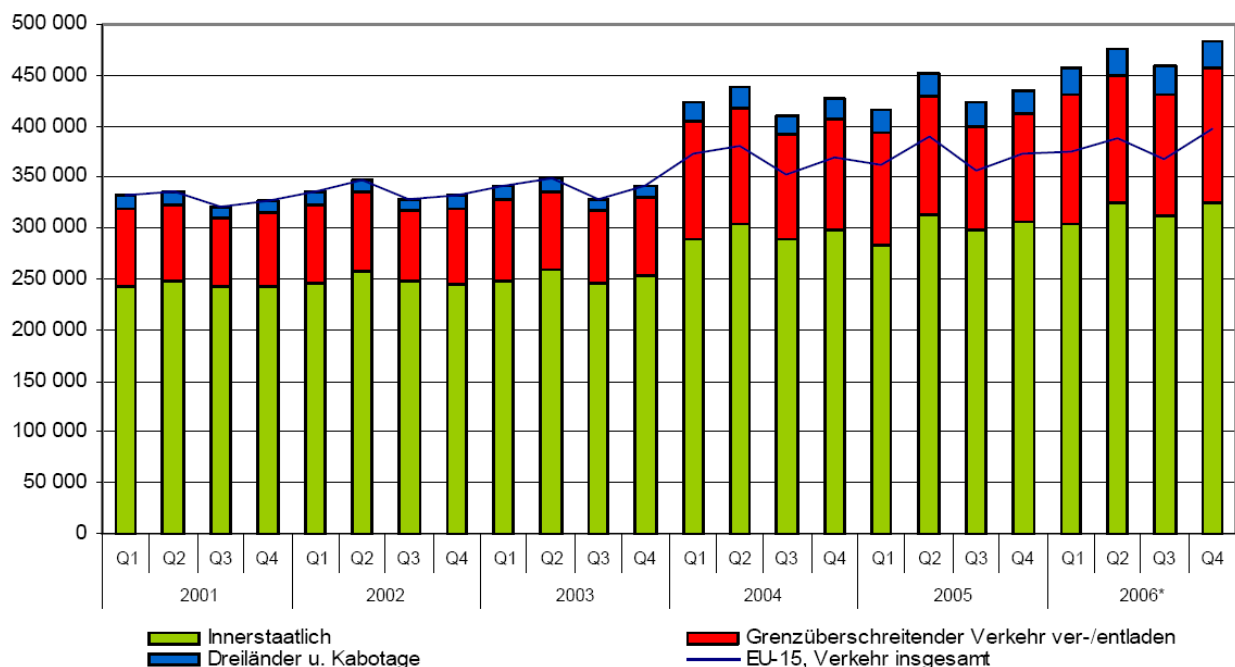


Abbildung 11: Entwicklung des Güterverkehrs in Mio. tkm (Quelle Eurostat)

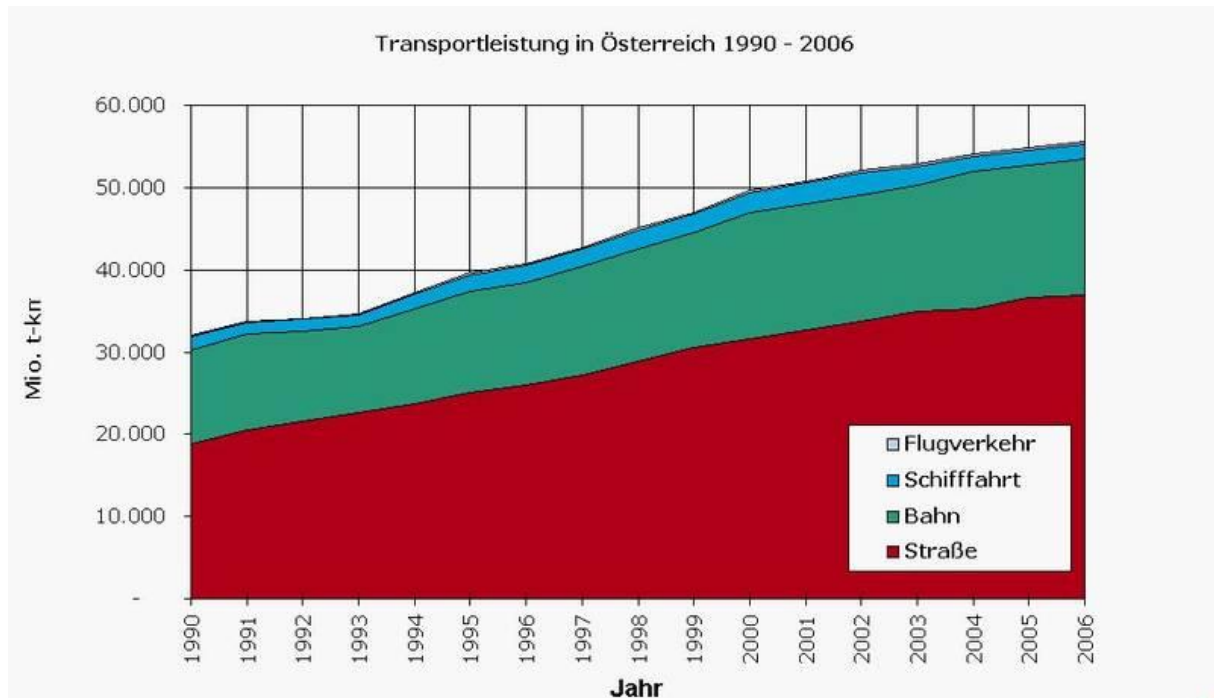


Abbildung 12: Transportleistung in Österreich 1990-2006 in Mio. tkm⁶⁸

In Österreich ist ein Anstieg des Güterverkehrs insbesondere seit den 1990ern zu verzeichnen. Der bedeutendste Verkehrsträger ist und bleibt der LKW, bemerkenswert ist jedoch der hohe Anteil der Bahn in Österreich im europaweiten Vergleich. Insgesamt verzeichneten in den letzten Jahren alle Verkehrsträger deutliche Zuwächse – in Summe wuchs das Güterverkehrsaufkommen in Österreich zwischen 1999 und 2005 jährlich um 2,2%.⁶⁹

Der Anstieg des Gesamtverkehrsaufkommens ist auf viele Faktoren zurückzuführen, wie auf die zunehmende Reduktion der Wertschöpfungstiefe, die zu einem Anstieg der transportierten Menge führt, aber auch auf Änderungen der Transportstruktur. So nahm die durchschnittliche Transportlänge innerhalb der EU jährlich um ca. 1,5- 2 Prozent zu.⁷⁰

Die Anzahl der Knoten und deren geographische Verteilung sind bestimmend für die Transportlänge. Auch der Trend zur zentralen Lagerhaltung ist für den Anstieg des Gesamtverkehrsaufkommens verantwortlich.⁷¹

⁶⁸ Quelle: Umweltbundesamt, 2007 verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/verkehr/verkehrsmittel/gueterverkehr/> (25.03.2009)

⁶⁹ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2007, S.109

⁷⁰ ECMT, 2000, S.14ff.

⁷¹ Vgl. Hesse; Rodrigue, 2004, S.176

5.2. Die Leerfahrten-Problematik

In diesem Zusammenhang sollten zuerst die Begriffe paariger und unpaariger Verkehr erläutert werden. *Unter paarigem Verkehr versteht man die Gleichheit der Verkehre auf Hin- und Rückfahrt unter dem Aspekt der Tonnage, des Volumens oder der Anzahl der eingesetzten LKW.*⁷² Bei unpaarigen Verkehrsströmen besteht ein Ungleichgewicht zwischen den Verkehrsströmen auf der Hin- und Rückfahrt, in weiterer Folge kommt es zu unproduktiven Leerfahrten. Deshalb ist es ein vorrangiges Ziel die Paarigkeit des Verkehrs zu gewährleisten und dadurch umwelt- und kostenbelastende Leerfahrten zu vermeiden.

Die unbefriedigende durchschnittliche Auslastung der Fahrzeuge und der relativ hohe Anteil der Leerfahrten sind zwei Ursachen für den wachsenden Güterverkehr. So beträgt der Anteil der Leerfahrten in der EU an den insgesamt zurückgelegten Kilometern im Güterverkehr derzeit 24 Prozent, die durchschnittliche Auslastung (bezogen auf das höchst zulässige Gesamtgewicht) beträgt 57%.⁷³ Beide sind von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, wie der geforderten Lieferflexibilität, der Kommunikation und der Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Unternehmen entlang der Lieferkette, den zur Verfügung stehenden Transportmitteln, der Organisation des Transportprozesses, der Lieferfrequenz, oder der Bestellmengen und -rhythmen.

5.3 Der Verkehrsträgeranteil

Ein weiteres Problem ist die hohe LKW-Affinität des Transportes. In den EU-15 werden 80 Prozent des gesamten Transportvolumens mittels LKW transportiert.⁷⁴ Diese Tatsache ist insofern negativ zu beurteilen, da LKWs nach Flugzeugen von allen Transportmitteln die höchsten Schadstoffausstöße verursachen. Auf die Vor- und Nachteile der einzelnen Verkehrsträger wurde bereits in Kapitel 4.4 eingegangen. Vor allem die Politik versucht eine Verlagerung des Verkehrsträgeranteils in Richtung Bahn oder Schiff zu bewirken.⁷⁵

Strategien zur Reduktion der Umwelteinflüsse des Transportes müssen zu allererst bei diesen Hauptproblemen ansetzen. Auf die einzelnen Strategien wird in Abschnitt 4 detailliert eingegangen.

⁷² Kremer, 2000, S.118

⁷³ Vgl. World Economic Forum, 2009, S.19

⁷⁴ Vgl. EEA, 2007, S.12ff.

⁷⁵ Vgl. Europäische Kommission, 2001

6 Möglichkeiten zur Erfassung der Umwelteinflüsse

6.1 Carbon Footprint

6.1.1 Allgemein

Der Carbon Footprint oder CO₂-Fußabdruck ist durch die Diskussion um den Klimawandel in aller Munde. In den letzten Jahren wurden etliche Methoden zur Berechnung entwickelt, angefangen bei simplen Online-Rechnern bis hin zu komplexen Lebenszyklusberechnungen (englisch Life Cycle Assessment), jedoch muss, bevor man zur Berechnung übergeht, zunächst einmal auf die Frage eingegangen werden, was der CO₂-Fußabdruck überhaupt ist. Als allererstes muss eine Unterscheidung zwischen dem Carbon Footprint eines Produktes und dem eines Unternehmens getroffen werden. Wenn man vom CO₂-Fußabdruck eines Produktes bei der Life Cycle Analyse spricht, so meint man damit die gesamte Menge an CO₂, die es während seines gesamten Lebenszyklus verursacht. So beinhaltet z.B. der Carbon Footprint eines Kühlschranks jedes Gramm Kohlendioxid, das in allen Abschnitten seiner Entstehung bzw. Existenz ausgestoßen wird, also angefangen bei der Rohmaterial-Beschaffung, Produktion, Lagerung, beim Transport bis hin zur Entsorgung.

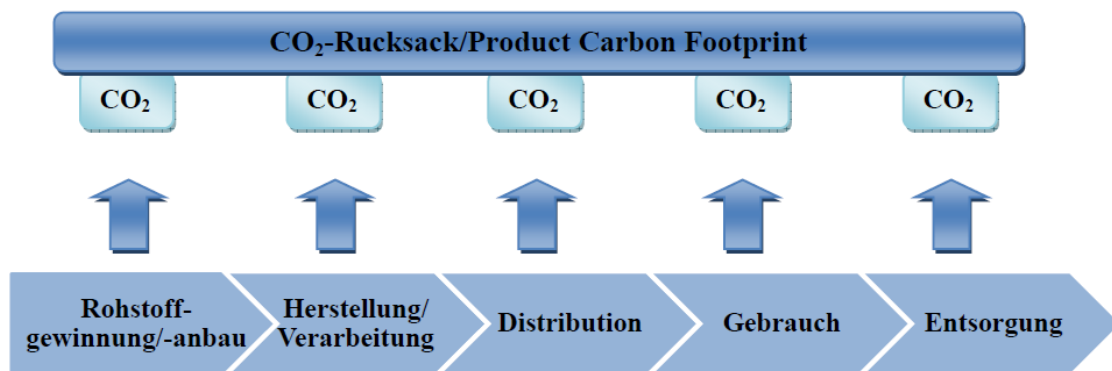


Abbildung 13: Carbon Footprint⁷⁶

Beim Carbon Footprint eines Unternehmens meint man alle CO₂-Emissionen, die ein Unternehmen selbst verursacht, wie etwa bei der Produktion, beim Transport seiner Güter oder durch den Energieverbrauch seiner Betriebsanlagen. Jedoch sei erwähnt, dass es in der Literatur zahlreiche Definitionen und unterschiedliche Meinungen gibt. Einige Experten sind der Meinung, man solle alle Treibhausgase, wie z.B. Methan, einbeziehen. Eine andere Frage ist, ob man nur auf Kohlenstoff basierte Treibhausgase berücksichtigen oder auch Substanzen erfassen soll, in denen kein Kohlenstoff enthalten ist. Ein weiterer Diskussionspunkt betrifft

⁷⁶ In Anlehnung an http://www.baumev.de/dokumente/pdf/BUP08/BUP_Merck_ottogroup.pdf (13.02.2009)

die Lebenszyklusbetrachtung, nämlich inwiefern indirekt verursachte Emissionen, z.B. die durch vorgelagerte Produktionsprozesse, einbezogen werden sollen (siehe Greenhouse Gas Protocol) oder ob es überhaupt sinnvoll ist den gesamten Lebenszyklus zu betrachten. Falls man den gesamten Lebenszyklus betrachtet, stellt sich die Frage, wo die Grenzen gezogen werden sollen. Um die unterschiedlichen Auffassungen über den Carbon Footprint zu veranschaulichen, führe ich ein paar Definitionen an. Zunächst die Definition der EU-Kommission:

„Carbon footprint (CF) – also named Carbon profile - is the overall amount of carbon dioxide (CO₂) and other greenhouse gas (GHG) emissions (e.g. methane, laughing gas, etc.) associated with a product, along its supply-chain and sometimes including from use and end-of-life recovery and disposal.“⁷⁷

„The carbon footprint is a measure of the exclusive total amount of carbon dioxide emissions that is directly and indirectly caused by an activity or is accumulated over the life stages of a product.“⁷⁸

„Die berechnete Menge des Äquivalentgewichts an Kohlendioxid (CO₂), die als Ergebnis der Aktivitäten einer Einzelperson oder einer Organisation in die Atmosphäre abgegeben wird.“⁷⁹

Um später erfolgreiche Maßnahmen zur Reduzierung zu setzen bzw. um die Wirksamkeit zu überprüfen, ist eine exakte Messung als Basis notwendig. Anhand der Messung kann man erkennen, welche Bereiche die meisten Emissionen verursachen und wo man gezielt Schwerpunkte setzen sollte, da es ja keinen Sinn macht, den Großteil seiner Anstrengungen auf Bereiche zu legen, die für einen geringen Teil des CO₂-Ausstoßes verantwortlich sind. Bei der Messung der CO₂-Emissionen gibt es jedoch zahlreiche Probleme, angefangen damit, dass es keine einheitlichen Standards zur Berechnung gibt, sogar über die Einheiten ist man sich nicht einig. Zurzeit gibt es zahlreiche Ansätze, jedoch hat sich noch kein einheitlicher Standard durchsetzen können. Dann kommt es zum Problem der Entscheidungsfindung: Welche Maßnahmen soll nun ein Unternehmen setzen, um den CO₂-Ausstoß zu senken, und wie gelingt es diese in den täglichen Geschäftsablauf zu integrieren? Und schließlich stellt sich die Frage, wie man seine Produkte entsprechend kennzeichnet. Wie teilt man den

⁷⁷ Europäische Kommission, 2007, S.1

⁷⁸ Wiedmann; Minx, 2007, S.4

⁷⁹ <http://www.bp.com/sectiongenericarticle.do?categoryId=9023750&contentId=7044374> (23.02.2009)

Konsumenten mit, wie viel CO₂ das entsprechende Produkt verursacht, und wie kann der Konsument beurteilen, ob es sich um ein umweltfreundliches Produkt handelt oder nicht? All dies sind die Herausforderungen, denen sich ein Unternehmen bei der Erfassung der CO₂-Emissionen stellen muss.

6.1.2 Berechnung

Da es, wie schon erwähnt, unterschiedliche Methoden zur Berechnung gibt, werden in diesem Abschnitt zwei gebräuchliche Ansätze vorgestellt. Diese werden nur kurz erläutert, eine detaillierte Beschreibung der Methoden ist im Anhang zu finden.

Die Berechnung der Emissionen ist eigentlich relativ simpel, da nur die Emissionsfaktoren mit den jeweiligen Leistungsdaten multipliziert werden und dann die jeweiligen Treibhausgase, abhängig vom Treibhausgaspotential (GWP) in das CO₂-Äquivalent umgewandelt werden müssen. Emissionsfaktoren sind Faktoren, die Treibhausgasemissionen, stellvertretend für Messungen, in ein Verhältnis zur verursachenden Quelle setzen. „Das Treibhauspotenzial ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Erwärmung der bodennahen Luftschichten, relativ zu dem Treibhauspotenzial von Kohlendioxid (CO₂). Kohlendioxid hat laut Definition einen GWP-Wert von 1. Üblicherweise wird ein Zeithorizont von 100 Jahren Verweildauer in der Atmosphäre zu Grunde gelegt.“⁸⁰ So beträgt das Treibhausgaspotential von Methan 25, dies bedeutet dass 1kg Methan genauso viel zur Erderwärmung beiträgt wie 25 kg CO₂.

Grundsätzlich gilt für die Berechnung daher:

Carbon Footprint einer bestimmten Aktion =

Leistungsdaten (Masse/Volumen/kWh/km) × Emissionsfaktor (CO₂e pro Einheit)

Greenhouse Gas Protocol⁸¹

Das „Greenhouse Gas Protocol“ ist eine weit verbreitete und gebräuchliche Methode zur Erfassung, Bewertung und Dokumentation von Treibhausgasen. Es entstand aus einer Zusammenarbeit des World Resources Institute (WRI) und des World Business Council for

⁸⁰ http://www.statistik.sachsen.de/21/11_06/11_06_definitionenliste.asp (24.02.2009)

⁸¹ Vgl. The Greenhouse Gas Protocol, 2004

Sustainable Development (WBCSD), mit der Absicht einen international einheitlichen Standard zur Berechnung und Dokumentation zu schaffen. Es dient zur Erfassung der im Kyoto Protokoll erfassten Treibhausgase: Kohlendioxid CO₂, Methan CH₄, Distickstoffmonoxid N₂O, Fluorkohlenwasserstoffe FKW, Perflourcarbon PFC und Schwefelhexafluorid SF₆.

Ziel ist es, durch Zusammenarbeit mit Unternehmen, Regierungen und Umweltschutzorganisationen Maßnahmen und Programme gegen den Klimawandel zu entwickeln. Im Jahr 2001 wurde die erste Edition von *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard* veröffentlicht. Seitdem wurden zahlreiche Werkzeuge entwickelt. Im Jahre 2006 wurde der Standard von der International Organization for Standardization (ISO) adaptiert.

Die Berechnung erfolgt in fünf Schritten:

- Identifizierung
- Auswahl des Kalkulationsansatzes
- Datenerfassung und Auswahl der Emissionsfaktoren
- Anwendung eines Kalkulationstools
- Zusammenfassung aller Daten

PAS 2050⁸²

PAS 2050 ist eine Anleitung zur Erfassung der Treibhausgasemissionen von Produkten und Dienstleistungen. Dabei wird die komplette Supply Chain betrachtet, angefangen bei der Rohstoffherstellung bis zur Auslieferung an den Kunden und der Entsorgung. PAS 2050 wurde unter der Zusammenarbeit von BSI British Standards, Carbon Trust und dem Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) entwickelt. Der Standard ist vor allem in Großbritannien weit verbreitet, in erster Linie große Handelsketten wie Tesco und Marks & Spencer haben damit angefangen, ihre Produkte mit dem nach PAS 2050 berechneten CO₂-Emissionen zu kennzeichnen. Diese Methode ist sowohl für Business to Consumer B2C als auch für Business to Business Güter anwendbar. Der PAS 2050 Guide bietet Unterstützung bei der Vorbereitung, Durchführung, Validierung und Erarbeitung von Reduktionsmaßnahmen.

⁸² Vgl. British Standards Institute, 2008

Die Berechnung der Emissionen erfolgt in fünf Schritten:

- Erarbeitung und Darstellung des Prozessablaufes
- Überprüfung der Systemgrenzen
- Sammlung und Erfassung der relevanten Daten
- Berechnung der Emissionen
- Überprüfung von Unsicherheiten (optional)

6.2 Umwelleistungsbewertung und Umweltkennzahlen

In diesem Abschnitt soll zunächst eine theoretische Einführung in die Thematik der Umwelleistungsbewertung und Umweltkennzahlen erfolgen, um dann im vierten Teil der Arbeit eigene Kennzahlen zu entwickeln bzw. auszuwählen.

6.2.1 Allgemein

Für den langfristigen Erfolg eines Unternehmens ist es notwendig, die betriebswirtschaftlichen Leistungen zu erfassen, zu überprüfen und in weiterer Folge Maßnahmen zu setzen. Im Zuge einer nachhaltigen Unternehmenspolitik, in der der Faktor Umwelt eine zunehmend bedeutende Rolle spielt, ist es notwendig, die Umwelleistung des Unternehmens entsprechend darzustellen und zu bewerten. Eine Erfassung ist notwendig um Handlungsfelder zu identifizieren, Verbesserungsmaßnahmen zu initiieren und deren Wirksamkeit zu beurteilen. Ziel einer nachhaltigen umweltorientierten Unternehmensführung ist es, die Umweltauswirkungen zu reduzieren. Die Verminderung der Umweltfolgen, die aufgrund unternehmerischer Tätigkeit entstehen, sind das Hauptziel standardisierter Umweltnormen, wie ISO 14 001 und der EMAS Verordnung.⁸³ In Sinne der EMAS Verordnung bezeichnet der Ausdruck „kontinuierliche Verbesserung der Umwelleistung“ *einen Prozess jährlicher Verbesserungen der messbaren Ergebnisse des Umweltmanagementsystems, bezogen auf die Managementmaßnahmen der Organisation hinsichtlich ihrer wesentlichen Umweltaspekte auf der Grundlage ihrer Umweltpolitik und ihrer Umweltzielsetzungen und -einzelziele, wobei diese Verbesserungen nicht in allen*

⁸³ Vgl. Doluschitz; Pape, 2002, S.25

*Tätigkeitsbereichen zugleich erfolgen müssen.*⁸⁴ Um dies zu gewährleisten wird in regelmäßigen Abständen eine Umweltbetriebsprüfung durchgeführt, welche das jeweilige Umweltmanagementsystem und dessen Programme bezüglich der Umweltleistung überprüft. Grundsätzlich beruhen sowohl die EMAS-Verordnung als auch die ISO 14 001 auf der Idee eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses, alle Umweltziele müssen eine Verbesserung der Umweltauswirkungen beinhalten. Bevor jedoch ein Verbesserungsprozess gestartet werden kann, muss die aktuelle Umweltleistung bekannt sein.⁸⁵ Diesem Aspekt wird in der ISO Norm-Reihe dadurch Rechnung getragen, dass es neben den Leitlinien zur Implementierung von Umweltmanagementsystemen auch noch eine eigene Norm, nämlich die ISO 14 031, zur Umweltleistungsbewertung gibt.

6.2.2 Umweltleistungsbewertung nach ISO 14 031⁸⁶

Die ISO 14 031 dient einerseits zur Unterstützung der ISO 14 001 Norm bei der Implementierung von Umweltmanagementsystemen, andererseits ist sie auch als eigenständige Norm anwendbar. ISO 14 031 wurde speziell für die Messung und Beurteilung der Umweltleistungen von Unternehmen erstellt. Dabei soll mittels periodisch und systematisch ermittelten Kennzahlen die Umweltleistung erfasst und quantitativ bewertet werden.

Die ISO 14 031 kann zudem die Grundlage für den Aufbau eines Umweltcontrollings mittels Kennzahlen sein. In der Norm werden sowohl die Erhebung der Kennzahlen, deren Spezifizierung und deren kontinuierliche Verbesserung behandelt. Die Umweltleistungsbewertung wird als kontinuierlicher Kreislauf verstanden, der aus drei Schritten, nämlich Planen, Umsetzen sowie Prüfen und Handeln, besteht.

⁸⁴ Europäische Union: Verordnung (EG) Nr. 761/2001 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 19. März 2001, Artikel 2, Absatz b

⁸⁵ Vgl. Caduff, 1998, S.32f.

⁸⁶ Vgl. DIN EN ISO 14031

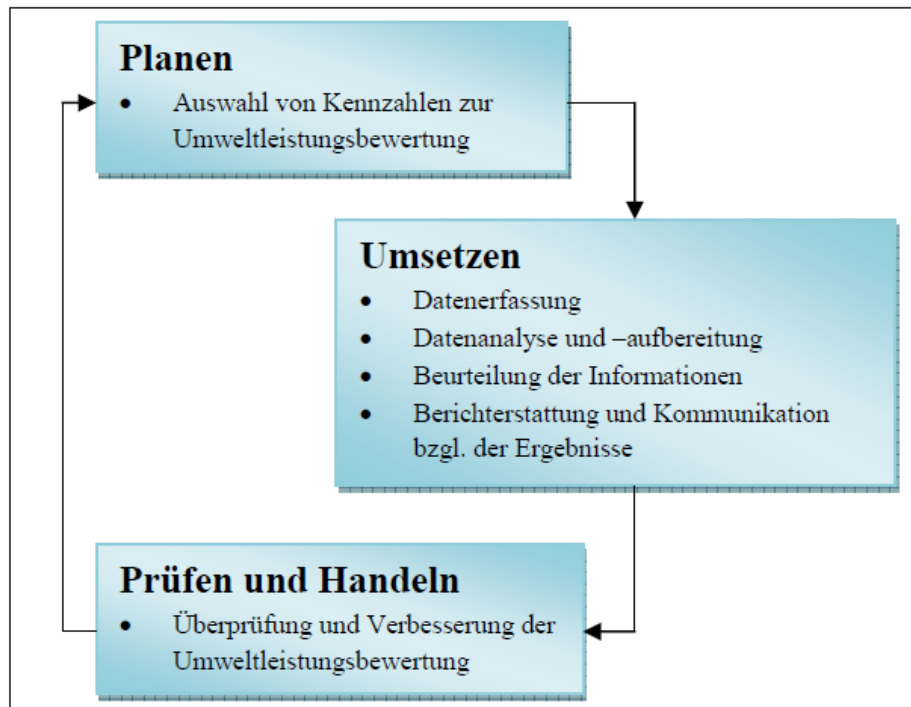


Abbildung 14: Umweltleistungsbewertung nach DIN ISO 14 031⁸⁷

6.2.2 Umweltkennzahlen

Unter Umweltkennzahlen *sind mittelbar oder unmittelbar umweltrelevante Größen zu verstehen, die quantitativ erfassbare betriebliche Sachverhalte beschreiben.*⁸⁸ Bei solchen Kennzahlen werden gezielt betriebliche und umweltrelevante Aspekte miteinander verknüpft. Ein Kennzahlensystem verbindet dann mehrere solcher Kennzahlen, diese ergänzen sich jeweils in ihrer Aussagekraft und stehen in einer sinnvollen Beziehung zueinander. Dabei kann zwischen absoluten oder relativen Kennzahlen unterschieden werden. Absolute Kennzahlen stellen etwa den Ressourcenverbrauch oder die Schadstoffemissionen insgesamt dar, z.B. die Emissionen in kg CO₂-Äquivalent. Bei den relativen Umweltkennzahlen werden die absoluten Werte ins Verhältnis mit einer aussagekräftigen Bezugsgröße gesetzt und ermöglichen damit einen Betriebsvergleich und eine Benchmark.⁸⁹ Zudem liefern sie einen Hinweis auf den Erfolg von Umweltschutzmaßnahmen.

Nach der ISO 14 031 Norm und den Vorgaben des Umweltbundesamtes kann zwischen 3 Klassen von Umweltkennzahlen unterschieden werden:

⁸⁷ In Anlehnung an <http://mlu.mw.tu-dresden.de/module/m009/regelwerk/iso14031/index.htm> (11.03.2009)

⁸⁸ Hellenthal, 2001, S.234

⁸⁹ Vgl. Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 1997, S.8

- Umweltsleistungskennzahlen
- Umweltmanagementkennzahlen
- Umweltzustandskennzahlen

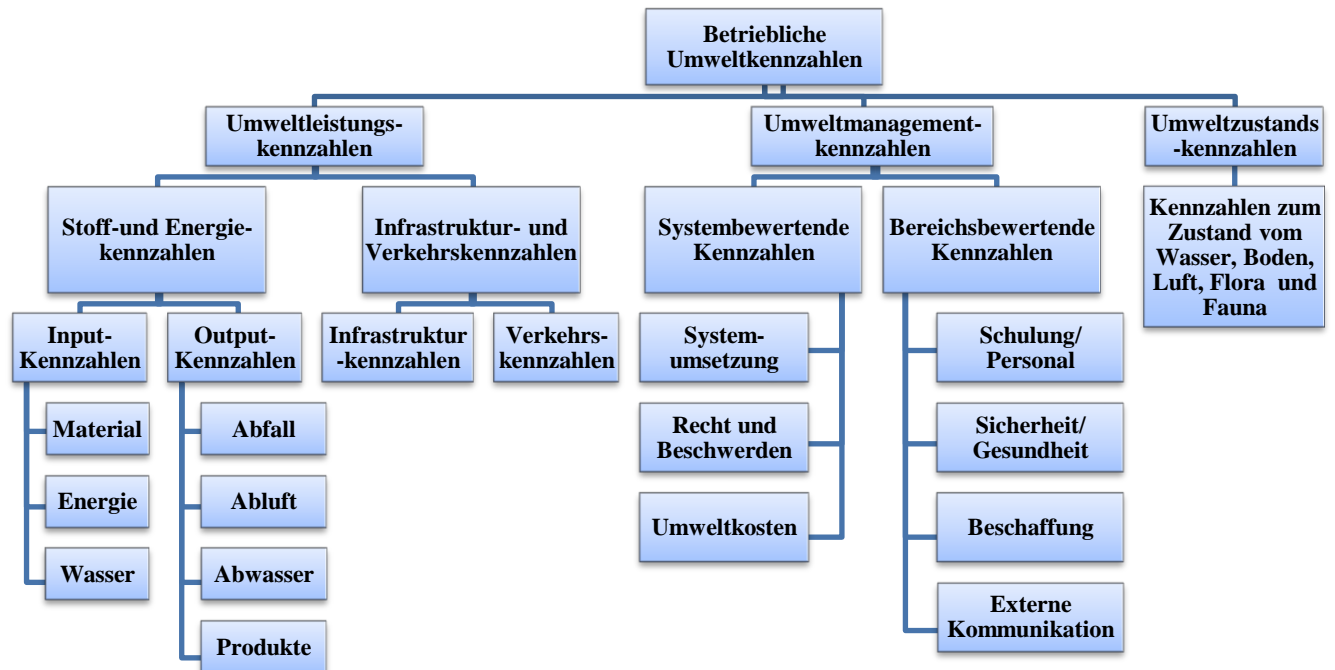


Abbildung 15: Klassen von Umweltkennzahlen⁹⁰

Umweltsleistungskennzahlen bilden Aspekte ab, die mit dem Betrieb einer Organisation, also ihren operativen Tätigkeiten, den Produkten oder Dienstleistungen, zusammenhängen, wie z.B. Emissionen, Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge oder Energienutzung.⁹¹ Diese können noch weiter unterteilt werden in Input-Kennzahlen, Output-Kennzahlen sowie Kennzahlen für betriebliche Infrastruktur und Verkehrskennzahlen. Inputkennzahlen dienen der Erfassung und Kontrolle der Material-, Energie- und Wasserströme innerhalb eines Unternehmens. Sie bieten Ansatzpunkte für die Steigerung der Ressourceneffizienz, Reduktion von Abfällen und machen Kostensenkungspotentiale ersichtlich. Outputkennzahlen erfassen hingegen Abfall- und Emissionsströme und dienen zur Steuerung von umweltrelevanten Produktaspekten.⁹² Mithilfe dieser Kennzahlen können die Hauptemissions- und Abfallquellen identifiziert, sowie Produkte bezüglich ihrer Umwelteigenschaften verbessert werden. Infrastruktur- und Verkehrskennzahlen gehen auf die von der Werksstruktur und der Fertigungslogistik

⁹⁰ In Anlehnung an Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 2001, S.601

⁹¹ Vgl. Amtsblatt der EU Nr. L 184 vom 23/07/2003 verfügbar auf <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003H0532:DE:HTML> (11.03.2009)

⁹² Vgl. Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 1997, S.28

verursachten Umweltauswirkungen ein. Sie zielen darauf ab, die Effizienz von Produktionsanlagen zu optimieren sowie Verkehrsströme zu verbessern und Kosten zu senken.⁹³ Zudem werden die Umweltleistungskennzahlen zur Kommunikation von Umweltdaten in Form von Umweltberichten verwendet. Durch die Einbeziehung von Kostenaspekten dienen sie überdies als Grundlage des Umweltkostenmanagements.

Die Umweltmanagementkennzahlen sollen die Aktivitäten und Leistungen des Managements beurteilen, die mit ihren Entscheidungen und Aktionen die Umwelteinflüsse steuern.⁹⁴ Dazu zählen Kennzahlen wie die Anzahl durchgeführter Mitarbeiterschulungen oder Umweltaudits. Man kann zwischen bereichsbewertenden und systembewertenden Kennzahlen unterscheiden. Letztere bilden Fortschritte sowie den aktuellen Stand bei der Einführung bzw. Umsetzung der Umweltpolitik ab.

Umweltzustandskennzahlen *geben Auskunft über die Umweltqualität in der Umgebung der Organisation und den örtlichen, regionalen oder globalen Zustand der Umwelt.*⁹⁵ So geben diese z.B. Auskunft über die Wasserqualität eines Flusses in der Nähe eines Unternehmens. Da die Luft-, Wasser- und Bodenqualität von vielen Faktoren beeinflusst werden, übernehmen oftmals öffentliche Institutionen die Messung und Interpretation von Umweltzustandskennzahlen. In Verbindung mit regulatorischen Vorgaben und Umweltzielen dienen die Umweltzustandskennzahlen zur Unterstützung bei der Kennzahlenauswahl und Prioritätenbildung. Der Zustand der Umwelt in der Unternehmensumgebung wird nur dann direkt vom Unternehmen erfasst, wenn dieser der Hauptverursacher der Umweltbelastung ist, z.B. Lärmbelastung durch einen Flughafen.⁹⁶

6.2.3 Vorteile von Kennzahlen

Umweltkennzahlen gewannen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Wer sein Unternehmen langfristig, nachhaltig und erfolgreich steuern will, muss aus der Fülle von Daten aussagekräftige Informationen erarbeiten, die nicht nur ökologische Einsparungspotentiale sichtbar machen, sondern auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Kennzahlen sind wohl das wichtigste Steuerungsinstrument, da sie Daten zu anschaulichen

⁹³ Vgl. Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 1997, S.29f.

⁹⁴ Vgl. Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 1997, S.31

⁹⁵ Amtsblatt der EU Nr. L 184 vom 23/07/2003 verfügbar auf

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003H0532:DE:HTML> (11.03.2009)

⁹⁶ Vgl. Vorbach, 2008, S.7

Informationen verdichten. Umweltkennzahlen machen die Umweltleistungen von Unternehmen messbar, vergleichbar und nachvollziehbar. Zudem ermöglichen diese den Entscheidungsträgern eine Überprüfung des Erfolges bestimmter Maßnahmen und eine bessere Einschätzung von Umweltrisiken und Schwachstellen. Umweltkennzahlen schaffen die Voraussetzung für die Formulierung quantifizierbarer Umweltziele und machen damit Erfolge oder Misserfolge sichtbar sowie bestimmte Trends erkennbar.

Kennzahlen bieten folgende Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten:⁹⁷

- Übersichtliche Darstellung der Umweltleistungen (Umweltfortschritte) im Laufe der Zeit
- Aufdecken von Optimierungspotentialen und Schwachstellen
- Ableiten, Definieren und Verfolgen von Umweltzielen
- Ermittlung von Kostensenkungspotentialen
- Vergleich der Umweltleistung zwischen einzelnen Betriebsstätten oder Unternehmen
- Kommunikationsbasis für Umweltberichte und -erklärungen
- Feedback zur Mitarbeitermotivation

6.2.4 Aufbau eines Umweltkennzahlensystems

Für den Aufbau eines Umweltkennzahlensystems müssen aus der Fülle an verfügbaren Kennzahlen diejenigen ausgewählt werden, die am besten die Umweltauswirkungen eines Unternehmens abbilden. Ein Umweltkennzahlensystem sollte die Umweltauswirkungen möglichst ausgewogen und übersichtlich darstellen.

Folgende Grundsätze sollten bei der Bildung beachtet werden:⁹⁸

- **Vergleichbarkeit:** Die Kennzahlen müssen einerseits einen Vergleich möglich machen und andererseits Veränderungen im Laufe der Zeit abbilden.
- **Zielorientierung:** Die Kennzahlen müssen sich auf vom Unternehmen beeinflussbare Verbesserungsziele beziehen.
- **Verständlichkeit:** Die Kennzahlen müssen für den Anwender nachvollziehbar und verständlich sein und dabei genügend Informationen liefern.

⁹⁷ Vgl. Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 1997, S.5f.

⁹⁸ Vgl. Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 1997, S.9

- **Ausgewogenheit:** Die Kennzahlen sollten die gesamte Umweltleistung des Unternehmens berücksichtigen, und sowohl Problembereiche als auch Chancen erfassen.
- **Kontinuität:** Um Vergleiche zu ermöglichen, müssen die Kennzahlen nach den gleichen Methoden erfasst werden, sich auf vergleichbare Zeiträume beziehen und in vergleichbaren Einheiten erfasst werden.
- **Aktualität:** Die Kennzahlen sollten regelmäßig erfasst werden, um keine veralteten Informationen zu liefern und damit man rechtzeitig Fehlentwicklungen entgegenwirken kann.

Die Vorgehensweise bei der Bildung von Umweltkennzahlen und Kennzahlensystemen ist ähnlich dem schon zuvor erläuterten Ablauf der Umweltleistungsbewertung nach ISO 14 031. Aus diesem Grund wird nicht näher darauf eingegangen. Der Ablauf gliedert sich grundsätzlich in folgende 5 Schritte:⁹⁹

- Situationsanalyse/Bestandsaufnahme
- Festlegung des Kennzahlensystems
- Datenerfassung/Kennzahlenbildung
- Anwendung von Kennzahlen
- Überprüfung des Kennzahlensystem

Die Bildung und die Auswahl von Umweltkennzahlen bzw. der Aufbau eines Kennzahlensystems sind kontinuierlicher Prozesse, die im Laufe der Zeit immer wieder angepasst und verbessert werden. Am Anfang steht immer eine Auseinandersetzung mit den betrieblichen Umweltproblemen und den Bereichen, die die Umwelt am stärksten beeinflussen. Für diese Bereiche werden die ersten Kennzahlen erstellt, die dann später laufend ergänzt werden. Zudem sollten die Meinungen von internen und externen Interessensgruppen berücksichtigt werden, deshalb sollten in größeren Unternehmen Projektteams mit Experten aus verschiedenen Unternehmensbereichen an der Entwicklung von Umweltkennzahlen zusammenarbeiten. Aus den erfassten Kennzahlen werden dann Ziele und Maßnahmen abgeleitet. Je besser die Qualität der Daten desto höher ist die Aussagekraft der Umweltkennzahlen.

⁹⁹ Vgl. Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 1997, S.7

III Green Logistics Strategien

1. Überblick

Nachhaltigkeit kann auf viele Arten erreicht werden. Um die Umwelteinflüsse zu reduzieren, können verschiedene Strategien zum Einsatz kommen, die in unterschiedlichen Bereichen ansetzen, angefangen beim Transport oder bei organisatorischen Maßnahmen bis hin zur Beleuchtung der Gebäude. Um den neuen Anforderungen gerecht zu werden, gibt es eine Vielzahl von Ansatzpunkten. In der Literatur wurden von Wu und Dunn (1994) die verschiedenen Felder zum Ansatz einer nachhaltigen Umweltstrategie aufgezeigt.

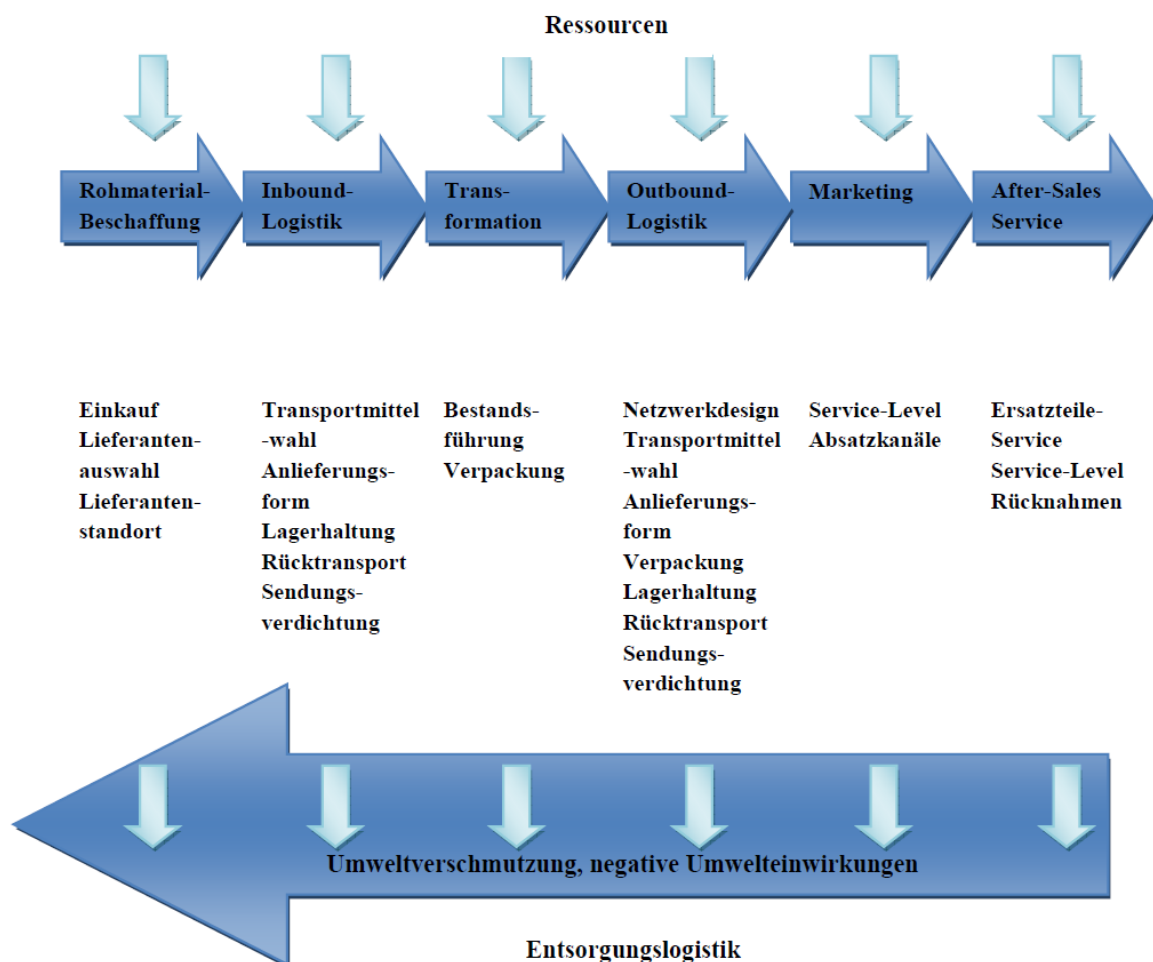


Abbildung 16: Ansatzmöglichkeiten entlang der Supply Chain¹⁰⁰

¹⁰⁰ In Anlehnung an Wu; Dunn, 1994, S.32

Aufgrund der vorgenommenen Literaturrecherchen und den unterschiedlichen Ansätzen von Unternehmen lassen sich sechs grundlegende Strategien identifizieren:¹⁰¹

- Nachhaltiger Transport
- Verpackungsoptimierung
- Umweltfreundliche Beschaffung
- Gebäudebezogene Maßnahmen
- Mitarbeiterschulungen
- Grüne Intralogistik

1.1 Nachhaltiger Transport

Der Transport gilt, wie bereits erwähnt, als einer der größten CO₂-Verursacher überhaupt. Hier existieren eine Vielzahl von Ansatzmöglichkeiten und Strategien, die einerseits den CO₂-Ausstoß reduzieren und andererseits helfen die Kosten zu senken. Der umweltfreundlichste Transport ist derjenige, der nicht stattfindet. So sind viele Unternehmen bemüht ihre Transportrouten zu optimieren, Leerfahrten zu vermeiden und ihre LKWs und Container möglichst zu befüllen. Aber auch die Verlagerung von der Straße auf die Schiene und den Seeweg bzw. die Kombination von Verkehrsträgern ist eine Option. Hier werden die Stärken der einzelnen Verkehrsträger gezielt miteinander kombiniert, um nicht nur die Kosten zu senken und die Umwelt zu schonen, sondern auch um die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Natürlich spielen hierbei die vorhandene Infrastruktur und die Standorte eine entscheidende Rolle. Aber auch der Einsatz von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben, wie Erdgas oder Hybrid, oder die Verwendung von spritsparenden Modellen ist eine Möglichkeit die Schadstoffausstöße zu senken. Dabei ist nicht nur der Transport zwischen den Unternehmen oder zu den Kunden in Betracht zu ziehen, denn auch die innerbetrieblichen Transportmittel und Transportwege bieten zahlreiche Optimierungspotentiale. In nächsten Abschnitt werden mehrere Ansätze zum Thema Transport erläutert und bezüglich ihrer Umweltauswirkungen bewertet.

¹⁰¹ In Anlehnung an Wu; Dunn, 1994 und Arronson; Brodin, 2006

1.2 Verpackungsoptimierung

Die umweltfreundliche Gestaltung von Verpackungen ist ein weiterer Ansatzpunkt für Green Logistics. Verpackungen erfüllen einen praktischen Zweck in der Logistik, sie dienen zum Schutz der Produkte, jedoch verursachen sie auch zusätzliche Kosten, Abfälle und erhöhen das Gewicht sowie das Transportvolumen. So kann man durch die Reduzierung der Verpackung nicht nur Material und damit Abfall sparen, sondern auch die Kosten senken, indem man das Transportvolumen erhöht und dadurch die Anzahl der Transporte verringert. Betrachtet man die Auswirkungen von Verpackungen auf den Transport, so ergeben sich folgende Vorteile:¹⁰²

- Verpackungen verbessern die Umschlagbarkeit von Waren, ohne diese wären Konzepte wie Hub-and-Spoke-Systeme oder Güterverkehrszentren meist nicht realisierbar.
- Verpackungen machen bei vielen Gütern erst eine Stapelung der Ware im Fahrzeug möglich und ermöglichen somit eine bessere Ausnutzung des Laderaums. Bei unverpackten Gütern ist dies nur dann möglich, wenn diese aufgrund ihrer Form stapelbar sind oder als Schüttung transportiert werden.

Andererseits kommt es zu folgenden Nachteilen:¹⁰³

- Verpackungen erhöhen das Transportvolumen und erschweren damit die Ausnutzung der höchst zulässigen Nutzlast.
- Verpackungen erhöhen das Transportgewicht.
- Verpackungen verursachen zusätzliche Transporte, z.B. bei der Rückführung von Mehrwegbehältern.

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten zur umweltfreundlicheren Gestaltung: ein neues Verpackungsdesign, die Verwendung von recyceltem Material oder der Einsatz von wieder verwendbaren Verpackungen und Behältern. Material, Größe, Form und Gewicht, all dies sind die Ansatzpunkte für eine umweltfreundliche Gestaltung. So konnte z.B. IKEA seine Logistikkosten senken, indem sie die Verpackungen platz sparend designten und nun dadurch mehr Pakete pro Ladung versenden können. Damit konnte bis zu 50% mehr Ware pro Ladung verschickt werden.¹⁰⁴ Dies reduzierte den durchschnittlichen Spritverbrauch pro Artikel um

¹⁰² Vgl. Baum; Kling, 1995, S.87f.

¹⁰³ Vgl. Baum; Kling, 1995, S.88f.

¹⁰⁴ Vgl. Esty; Winston, 2006, S.113

15%. Die Reduzierung von oder der Verzicht auf Verpackungen bietet aus Umweltsicht nur Vorteile, damit können nicht nur Ressourcen eingespart werden, sondern es kann auch das Transportaufkommen, aufgrund höherer Auslastungen, verringert werden. Etwas differenzierter muss der Trend zu wieder verwendbaren Verpackungen und Transportgefäßen gesehen werden. Hierbei werden natürlich auch Ressourcen eingespart, zudem kommt es aufgrund der Rückführung dieser Gefäße zu einer Verminderung des Leerfahrtenanteiles und die Paarigkeit des Verkehrs wird gewährleistet. Jedoch ergibt sich dadurch nicht zwangsläufig eine Reduzierung des Gesamtverkehrsaufkommens, da durch die Rückführungen andere Konzepte zur Reduktion von Leerfahrten eingeschränkt werden. Zudem sind in der Regel Mehrwegverpackungen schwerer als Einwegverpackungen, was zu einer Erhöhung des Transportgewichtes führt. Andererseits ist zu erwähnen, dass Mehrwegverpackungen einen Rückgang bei Abfalltransporten bewirken.

1.3 Umweltfreundliche Beschaffung

Immer mehr Unternehmen fordern von ihren Lieferanten die Formulierung von eigenen Umweltzielen und die Installation von Umweltmanagementsystemen.¹⁰⁵ Die Miteinbeziehung der Lieferanten in die Umweltstrategie ist ein wichtiger Schritt in Richtung einer grünen Supply Chain. Unter dem Schlagwort „Greening the Supply Chain“ versuchen viele große Firmen ihre Lieferanten und Partner dazu zu bringen, umweltfreundlicher zu werden. Dadurch werden viele Klein- und Mittelunternehmen von ihren Abnehmern genötigt entsprechende Umweltmaßnahmen durchzuführen. Große Unternehmen stehen stark im Blickpunkt der Öffentlichkeit und häufig wird nicht zwischen einem Unternehmen und seinen Lieferanten unterschieden. Neben Qualität und Zuverlässigkeit spielen Umweltkriterien zunehmend eine wichtige Rolle bei der Lieferantenauswahl. Die Unternehmen können dabei hohen Druck auf ihre Lieferanten ausüben und die Entwicklung und Einhaltung von Umweltstandards vorantreiben. Entsprechende Zusammenarbeit und gegenseitige Unterstützung ist in diesem Fall unabdingbar. In vielen Fällen verfügen die Lieferanten nicht über die nötigen Ressourcen und das Know-How um eigenständig gestellte Umweltziele zu erreichen. Das Ziel ist es, Umweltrisiken entlang der Supply Chain zu reduzieren und die gesamte Lieferkette umweltfreundlicher zu gestalten.

¹⁰⁵ Vgl. Esty; Winston, 2006, S.65ff.

1.4 Gebäudebezogene Maßnahmen

Diese Strategie setzt bei der Reduzierung des Energieverbrauches an, dabei können Maßnahmen in den unterschiedlichen Gebäudebereichen gesetzt werden. Grob kann unterteilt werden zwischen:

- **Maßnahmen bei versorgungstechnischen Einheiten:** Diese setzen bei der Auslegung der Energieversorgung an. So konnte IBM 115 Millionen Dollar durch die Neukonzeption ihres Heizungs- und Kühlungssystem einsparen und übertraf dabei die gesteckten CO₂-Ziele.¹⁰⁶ Aber auch der Einsatz alternativer Energieformen, wie etwa Sonnenenergie, ist eine Möglichkeit, nicht nur Schadstoffemissionen, sondern auch Kosten zu senken.
- **Maßnahmen bei der Gebäudehülle:** Dazu zählen hauptsächlich Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmedämmung. Eine verbesserte Dämmung verringert Wärmeverluste und führt zu einer Senkung der Heizkosten und des Energieverbrauches.
- **Maßnahmen bei der Beleuchtung:** Hier reichen die Strategien vom Einsatz von Energiesparlampen bis hin zur Nutzung von Dämmerungsschaltern. Fed Ex Kinkos installierte in 95% seiner 1000 Büros neue Energiesparlampen und brachte Bewegungssensoren an, die das Licht abschalten, wenn niemand im Raum ist. Die Kosten für die Umrüstung wurden durch die Energieeinsparungen innerhalb von 12-18 Monaten eingespielt.¹⁰⁷

Alle Maßnahmen sind am Anfang mit Investitionskosten verbunden, sollten diese jedoch durch Energieeinsparungen nach kurzer Zeit wieder ausgleichen und dann langfristig die Kosten senken.

¹⁰⁶ Vgl. Esty; Winston, 2006, S.106

¹⁰⁷ Vgl. Esty; Winston, 2006, S.109

1.5 Mitarbeiterschulungen

Eine weitere Strategie setzt bei den Mitarbeitern an. Durch Schulungen und Trainings werden den Mitarbeitern Möglichkeiten und Wege gezeigt Energie zu sparen oder ihre persönlichen Umwelteinflüsse zu reduzieren. Ein Beispiel hierfür sind Trainings für spritsparendes Fahren. Zudem sollte bei den Mitarbeitern das Bewusstsein für den Umweltschutz geweckt werden. Auch die Integration des Umweltschutzes in das betriebliche Vorschlagswesen ist hierfür eine gute Möglichkeit.

1.6 Grüne Intralogistik

Die innerbetrieblichen Logistikvorgänge sind oft Teil einer nachhaltigen Umweltstrategie, da auch hier Optimierungsmaßnahmen getroffen werden. Neben Verbesserungen in der Fördertechnik können die Transportwege innerhalb des Unternehmens optimiert und die verwendeten Fördergeräte ökologisch verbessert werden. Bei den gewählten Fahrzeugen spielen neben den anderen Leistungsmerkmalen besonders Antriebsart und Energieverbrauch eine Rolle.

2 Bewertung des aktuellen Stands

Betrachtet man den Stellenwert des Umweltschutzes bei verschiedenen Unternehmen, so gibt es erhebliche Unterschiede in der Umsetzung von Strategien. Fast alle sind sich der Bedeutung dieses Themas und des Handlungsbedarfes bewusst, jedoch haben die wenigstens bis jetzt umfassende Maßnahmen eingeleitet. Über alle Branchen hinweg kann gesagt werden, dass es die so genannten „Big-Player“ sind, die am weitesten mit ihren Bemühungen zum Umweltschutz sind. Viele dieser Unternehmen haben Umweltschutzprogramme verabschiedet und angefangen Strategien für eine nachhaltige Reduzierung der Umwelteinflüsse umzusetzen. So haben z.B. alle 50 Unternehmen, die im EuroStoxx gelistet sind, Umweltprogramme bzw. -erklärungen oder Nachhaltigkeitsberichte veröffentlicht, dagegen haben nur 75% der Unternehmen im heimischen ATX derartige Erklärungen oder Berichte veröffentlicht.¹⁰⁸ Jedoch muss hier eine klare Differenzierung getroffen werden, viele

¹⁰⁸ Eigene Erhebung

Unternehmen bekennen sich zum Umweltschutz und dessen Bedeutung, jedoch fehlen bei einem Großteil konkrete Programme oder Strategien zur Reduzierung der Umwelteinflüsse. Für viele scheint der Umweltschutz nur ein Trend zu sein, ohne dass dazu weit reichende Maßnahmen eingeleitet werden. Jedoch reichen oftmals die getroffenen Maßnahmen umso weiter je höher die Umweltbelastung ist, die von einem Unternehmen ausgeht. Experten sehen auch regionale Unterschiede in der künftigen Bedeutung des Klimaschutzes. So wird davon ausgegangen, dass vor allem in Nord- und Westeuropa der Umweltschutz verstärkt an Bedeutung gewinnen wird, während in anderen Regionen wie Nord- oder Südamerika Themen wie Klimaschutz und Nachhaltigkeit eine Nebensache bleiben.¹⁰⁹

Betrachtet man die Logistikbranche, so existiert der größte Handlungsbedarf bei klein- und mittelständischen Betrieben. Zwar können sich diese der wachsenden Bedeutung des Umweltschutzes nicht entziehen. Vor allem der hohe Ölpreis hat viele Betriebe dazu veranlasst Maßnahmen einzuleiten. Jedoch greifen diese zu kurz. Laut einer Studie von PricewaterhouseCoopers¹¹⁰ zum Thema Klimaschutz in der Logistik setzen die Strategien der mittelständischen Unternehmen hauptsächlich im Bereich der Technik an. So wird z.B. die Fahrzeugflotte erneuert oder die Tourenplanung verbessert. An zweiter Stelle, mit großem Abstand, folgen Investitionen in die Logistikimmobilien. Strategische Konzepte, die eine zukunftsweisende Positionierung des Unternehmens ermöglichen oder die Aufnahme von klimaneutralen Produkten in die Angebotspalette, sind für den Großteil der mittelständischen Unternehmen zurzeit kein Thema. Des Weiteren erfassen derzeit nur wenige mittelständische Unternehmen ihre Umwelteinflüsse, da noch kein Druck seitens der Kunden besteht. Dies ist problematisch, da ohne eine Erfassung der Umwelteinflüsse, wie z.B. des CO₂-Ausstoßes, weder Aussagen über die von einem Betrieb ausgehende Umweltbelastung noch über den Erfolg oder Misserfolg von Umweltschutzmaßnahmen gemacht werden können. Zudem ist eine Erfassung der Emissionen auch notwendig um klimaneutrale Produkte anzubieten, da hierfür die ausgestoßenen Emissionen kompensiert werden müssen. Oftmals herrscht Ungewissheit, welcher Standard angewendet werden muss. Doch hier gibt es schon einige Vorreiter, so wurde bereits in Großbritannien angefangen bestimmte Lebensmittel mit den verursachenden CO₂-Emissionen zu kennzeichnen. Betrachtet man die Logistikbranche, so sind grüne Logistikprodukte noch kaum verbreitet, jedoch kann man davon ausgehen, dass sich Unternehmen in Zukunft vermehrt damit auseinandersetzen müssen.

¹⁰⁹ Vgl. Miebach Consulting, 2009, S.27

¹¹⁰ Vgl. PricewaterhouseCoopers, 2009

Auch scheint in Zeiten der weltweiten Wirtschaftskrise der Umweltschutz für viele Unternehmen nicht gerade an erster Stelle zu stehen. Besonders die Tatsache, dass für viele Unternehmen die Klimaschutzstrategie hauptsächlich darin besteht, zu allererst in neue umweltfreundlichere Technik zu investieren, wirkt sich in Zeiten rückläufiger Investitionen problematisch aus. So gaben in einer Studie von PricewaterhouseCoopers zum Thema Klimaschutz bei Transportunternehmen in der Krise 50% der Befragten an, dass es zurzeit wichtigere Investitionen zu tätigen gebe bzw. dass die Einführung umweltfreundlicher Logistikprodukte derzeit nicht geplant sei.¹¹¹ Jedoch stellt sich die Frage, ob eine Verzögerung bei der Umsetzung von Umweltstrategien angebracht ist. Der Emissionshandel in der Luftfahrtindustrie wird bereits im Jahre 2012¹¹² starten, und es ist nur eine Frage der Zeit, bis sich die regulatorischen Maßnahmen auch auf andere Bereiche ausweiten. Die derzeitige Wirtschaftskrise ändert nichts an den bestehenden Umweltproblemen, wie dem wachsenden Verkehr oder den steigenden CO₂-Ausstößen. Dies erhöht den Druck auf die Transport- und Logistikunternehmen und macht ein baldiges Handeln erforderlich. Aus diesem Grund sind neue Strategien in diesem Bereich gefordert, die nicht nur bei Investitionen in Technik ansetzen, sondern bei der Organisation, Planung und Gestaltung der Prozesse, denn wie bereits erwähnt, sind schlanke und effiziente Logistikprozesse auch grüne Logistikprozesse. Die organisatorischen Maßnahmen zur Reduzierung der Umwelteinflüsse, die bislang, trotz der hohen Einsparungspotentiale, vernachlässigt wurden, bieten in Zeiten der Krise und rückläufiger Investitionen die Chance erfolgreich Umweltschutzstrategien umzusetzen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass zwar die Maßnahmen großer Unternehmen ein Schritt in die richtige Richtung sind, jedoch ist es notwendig, dass die Klein- und Mittelbetriebe ebenfalls handeln. Allerdings scheint der derzeitige Druck noch zu gering sein. Über kurz oder lang werden auch kleinere Unternehmen gezwungen sein zu handeln.

¹¹¹ Vgl. PricewaterhouseCoopers, 2009, S.14

¹¹² http://www.co2-handel.de/article340_9051.html (22.03.2009)

IV Auflistung und Bewertung transportreduzierender Konzepte

1 Einleitung

Der Transport und der Verkehr sind die Bereiche mit den größten Umweltauswirkungen und damit die vorrangigen Ansatzpunkte zur Optimierung. Obwohl es hier eine Vielzahl von Strategien zur Reduzierung gibt, muss erwähnt werden, je ganzheitlicher die Betrachtungsweise gewählt wird und je mehr Bereiche der Logistik integriert werden, desto größer sind die Optimierungspotentiale. Für den Transport gibt es drei grundlegende Strategien zur Reduktion der Umwelteinflüsse:¹¹³

- Verlagerung der Transportvorgänge
- Verkürzung von Transportketten/Transportvermeidung
- Transportoptimierung/Verbesserung der Transportmittelauslastung

Verlagerung der Transportvorgänge

Wenn von der Verlagerung von Transporten gesprochen wird, so meint man die Verlagerung von der Straße auf die Schiene oder das Schiff. Eine Verlagerung ist nur bei Transporten sinnvoll, wo Schiff oder Bahn ihre Stärken ausspielen können, also bei längeren Entfernungen und großen Mengen. Jedoch sind hier nicht Massengüter gemeint, deren Beförderung ohnehin schon zumeist über die Bahn oder mit dem Schiff erfolgt. Vielmehr sollen beim Hauptlauf gezielt die Stärken der alternativen Verkehrsträger genutzt werden, während im Vor- und Nachlauf auf die Fähigkeit des LKWs zur Erschließung der Fläche zurückgegriffen wird.¹¹⁴

Verkürzung von Transportketten/Transportvermeidung

In diesem Zusammenhang geht es um die Vermeidung von Leerfahrten, Zusammenfassung von Transporten und Erhöhung der Transportmittelauslastung. Aber auch die Verkürzung der Transportketten, durch die Umgestaltung der Transportstruktur, kann zur Vermeidung bzw. Verkürzung von Transporten führen. Jedoch ist die Veränderung der Transportstruktur kein kurzfristiger Prozess, oft bestehen schon jahrelange Kunden-Lieferanten-Beziehungen. Viele

¹¹³ Vgl. Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 2001, S.369ff.

¹¹⁴ Vgl. Düsseldorf u.a., 2002, S.153

Strategien bringen neben ökologischen Vorteilen auch ökonomische mit sich und sollten daher nicht nur aufgrund der positiven Umweltaspekte verfolgt werden

Transportoptimierung/Verbesserung der Transportmittelauslastung

Für die Optimierung von Transporten gibt es zahlreiche Möglichkeiten, angefangen beim Einsatz spritsparender LKWs bis hin zu Schulungen für Mitarbeiter. Auch die Auslastung von Transportmitteln kann durch unterschiedliche Strategien, wie z.B. Zuladung zu anderen Transporten oder der Bildung von Sammelrouten erhöht werden.

Methodik

In diesem Teil der Arbeit werden unterschiedliche Methoden zur Transportreduzierung vorgestellt. Nachdem die Identifizierung der Gestaltungsparameter von Transportnetzwerken bereits im Abschnitt „Theoretische Grundlagen“ erfolgte (siehe hierzu S.18ff), fand ein Brainstorming bzw. fanden Recherchen nach Transport beeinflussenden Maßnahmen statt. Da die verschiedenen Konzepte in unterschiedlichen Bereichen ansetzen, wird aufgrund der zuvor identifizierten Gestaltungsparameter zwischen Maßnahmen, die bei der Transportstruktur, beim Transportprozess oder den Transportmitteln ansetzen, unterschieden.

Nach der Zuordnung werden die Maßnahmen detailliert erläutert. Zunächst erfolgt eine Beschreibung des Funktionsprinzips der einzelnen Maßnahmen. Dann werden die jeweiligen Vor- und Nachteile beschrieben. Anschließend wird auf den aktuellen Stand der Verbreitung sowie auf die Hindernisse der Umsetzung eingegangen. Dabei wird auch versucht eine Abschätzung über die künftige Entwicklung zu treffen. Danach werden die Umweltauswirkungen der einzelnen Methoden dargestellt.

Abschließend wird eine Abschätzung der Umsetzbarkeit und der Reduktionspotentiale der einzelnen Konzepte durchgeführt. Diese erfolgt anhand der zuvor gewonnen Erkenntnisse und der vorgenommenen Literaturrecherchen zu diesem Thema.

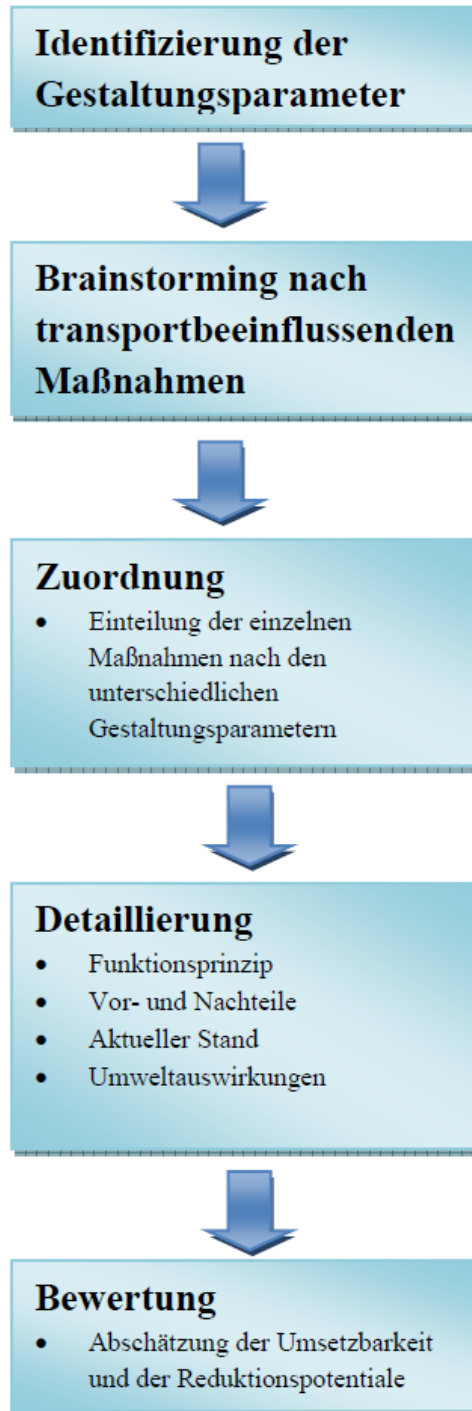


Abbildung 17: Methodik

2 Ansätze bei der Transportstruktur

2.1 Integrierte Produktion beim Kunden

Die Organisation der Produktion, sowie deren Integration, sind gute Möglichkeiten um Umweltauswirkungen zu reduzieren. Bei der integrierten Produktion fertigen Hersteller und

Lieferant direkt an einem Band im Werk des OEMs (Original Equipment Manufacturer) dadurch entfällt der Transport vom Lieferanten zum OEM. Dies entspricht der Vorstellung, dass der umweltschonendste Transport noch immer derjenige ist, der nicht stattfindet. Im Rahmen einer integrierten Produktion ist eine enge Zusammenarbeit mit den Lieferanten notwendig, diese werden in den frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses einbezogen, übernehmen die Verantwortung für bestimmte Module und Baugruppen und tragen auch einen großen Teil der Investitionskosten und des finanziellen Risikos. Durch diese enge Partnerschaft ist es möglich, effektive Lösungen zu entwickeln, die im Gegensatz zu herkömmlichen Ansätzen Zeit, Ressourcen und Kosten sparen.

Vor- und Nachteile¹¹⁵

Neben der Vereinfachung der logistischen Prozesse kommt es durch eine integrierte Produktion zu einer Reduktion der Schnittstellen zwischen Zulieferern und OEM, dadurch entwickeln sich einfachere, klarere Prozesse. Zudem können langfristige und vertrauensvolle Partnerschaften aufgebaut werden.

Nachteilig sind die notwendigen hohen Investitionen und die damit verbundene starke Abhängigkeit der Zulieferer. Auch die Bezahlung der Zulieferer kann für diese nachteilig ausfallen, da diese oftmals pro mängelfreier Einheit erfolgt, womit der Zulieferer noch stärker abhängig vom Absatz des OEM ist als üblich, ohne darauf Einfluss nehmen zu können. Zudem ist für eine integrierte Produktion eine hohe Modularisierung des Produktes notwendig.

Aktueller Stand

Für die Anwendung der integrierten Produktion beim Kunden gibt es zurzeit nur wenige Beispiele in der Praxis, eines ist die Fabrik des Automobilherstellers Micro Compact Car AG (Smart) in Hambach, Frankreich. Gründe für die geringe Verbreitung dieses Konzeptes sind die bereits oben erwähnten Probleme. Auch ist die Anwendung eines solchen Konzeptes mit einem hohen Risiko sowohl für den OEM als auch den Lieferanten verbunden, was viele von einer Umsetzung abschreckt.

¹¹⁵ Vgl. Hensel, 2007, S.60

Umweltauswirkungen

Durch eine integrierte Produktion kommt es zu einer hohen Transportvermeidung, insbesondere wenn großvolumige Teile und Module beim OEM gefertigt und zusammengebaut werden. Dies führt zu einer Reduzierung des Gesamtverkehrsaufkommens sowie zu einer Senkung der Treibhausgasemissionen. Eventuell haben der OEM und der Lieferant auch gleiche Zulieferer und können somit Teillieferungen bündeln und dadurch das Gesamtverkehrsaufkommen weiter reduzieren. Auf die verwendeten Verkehrsträger, den Auslastungsgrad sowie die Treibstoffeffizienz hat dieses Konzept jedoch keinen Einfluss. Natürlich verringert sich auch die durchschnittliche Entfernung der Lieferanten zum OEM. Zudem kommt es zu einer Reduzierung der Umschlagvorgänge und einer Verringerung des Leerfahrtenanteils, aufgrund wegfallender Transporte. Ein weiterer Vorteil, der sich durch dieses Konzept ergibt, ist der Wegfall von Verpackungen für den Transport, zudem können dadurch Behältertransporte zwischen Lieferant und OEM vermieden werden.

2.2. Lieferanten- bzw. Industrieparks

Die Begriffe Industrie- bzw. Lieferantenpark werden oftmals synonym verwendet. In der Literatur existieren einige Definitionen, hier sei die des Fraunhofer- Institutes angeführt. *Unter dem Begriff Lieferantenpark wird eine abnehmernahe, industriell nutzbare Fläche samt Gebäuden und Infrastruktur verstanden, die durch eine ganzheitliche strategische Planung entstanden ist und von einem Betreiber bewirtschaftet wird.*¹¹⁶ Alle Definitionen haben gemeinsam, dass unter einem Industrie- bzw. Lieferantenpark eine Ansiedlung von verschiedenen Zulieferern und Logistikdienstleistern in Werksnähe des Abnehmers verstanden wird, mit dem Ziel die Lieferverkehre und die verbundenen logistischen Prozesse zu optimieren. Zudem kann aufgrund der kurzen Wege schneller und flexibler reagiert und in weiterer Folge können Kosten reduziert werden.

Für die Realisierung von Lieferantenparks gibt es zahlreiche Treiber, hier die wichtigsten Gründe für die Realisierung:¹¹⁷

- Versorgungssicherheit
- Outsourcing

¹¹⁶ Fraunhofer IPA, 2005, S.30

¹¹⁷ Vgl. Bischoff u.a., 2007, S.52f.

- Variantenzahl
- Modularisierung
- Verkehrsaufkommen und Transportkosten
- Lieferflexibilität und –qualität
- Logistische Kostenreduktion
- Marktmacht des OEM

Vor- und Nachteile¹¹⁸

Neben der Nähe zum Kunden bzw. Lieferanten und den kurzen Transportwegen ist die Vereinfachung der logistischen Prozesse wohl der Hauptvorteil von Lieferantenparks. Die Planungs- und Steuerungsaufwände nehmen ab, Be- und Entladeprozesse sind einfacher zu handhaben, der Verpackungsaufwand nimmt ab und die Lieferanten können aufgrund eines besseren Informationsaustausches schneller auf Probleme reagieren. Zudem finden die Unternehmen eine gut ausgebaute und leistungsfähige Infrastruktur vor. Durch die Nähe von verschiedenen Unternehmen kann im Falle eines regelmäßigen Informations- und Erfahrungsaustausches zwischen den einzelnen Lieferanten ein Kompetenzgewinn erfolgen. Des Weiteren können durch die Bündelung der Nachfrage oftmals bessere Konditionen bei der Beschaffung bestimmter Güter oder externer Dienstleistungen erzielt werden.

Neben den Vorteilen weisen Lieferantenparks jedoch auch einige Nachteile auf. Einige Unternehmen empfinden die Nähe zum Kunden und die dadurch gegebene Einflussmöglichkeit auf unternehmensinterne Prozesse als störend und sehen sich teilweise in ihrer Selbstständigkeit eingeschränkt. Des Weiteren sehen viele Lieferanten die Möglichkeit, dass ein OEM Lieferanten austauschen kann, als Nachteil. Zudem kann damit der OEM enormen Druck bei der Preisverhandlung auf den Lieferanten ausüben.

Ein weiterer Nachteil sind die vorherrschenden Gebäudekonzepte in Lieferantenparks. Oft sind die Lieferanten mit den vorhandenen Gebäuden nicht zufrieden, da diese nicht dem Standard des Unternehmens entsprechen oder die Qualität ist zu hoch, was zu hohen Mietpreisen für die Lieferanten führt. Zudem sind teilweise mehrere Lieferanten in einem Gebäude untergebracht, dadurch kann es zu Problemen bei der Wahrung von Betriebsgeheimnissen kommen.

¹¹⁸ Vgl. Fraunhofer IPA, 2005

Ein weiteres Problem ist ein möglicher Mangel an qualifizierten Mitarbeitern, der in der Umgebung des Lieferantenparks vorherrschen kann.

Aktueller Stand

Lieferanten- bzw. Industrieparks haben sich in den letzten Jahren in den Versorgungsstrukturen vieler OEMs, insbesondere in der Automobil- und Chemieindustrie, verankert. Im Jahr 2007 gab es alleine in der europäischen Automobilindustrie ca. 40 realisierte Projekte.¹¹⁹ Heutzutage wird fast kein Werk ohne einen Lieferantenpark geplant. In Lieferantenparks siedeln sich hauptsächlich Modul- oder Systemlieferanten an, da die Errichtung eines eigenen Produktionsstandortes in der Nähe des OEMs nur bei hohen Transportvolumen und komplexen Produkten sinnvoll ist. So wäre eine Ansiedlung eines Norm- und Kleinteileherstellers, wie z.B. eines Schraubenproduzenten, nicht sinnvoll, da einerseits niemals die Stückzahlen für eine rentable Produktion erreicht werden können und andererseits ohnehin nur geringe Transportvolumen anfallen. Daher ist das Konzept der Lieferantenparks nicht universell anwendbar, sondern nur bei einer bestimmten Gruppe von Lieferanten.

Umweltauswirkungen

Betrachtet man die ökologischen Aspekte von Lieferantenparks, so bringen diese insbesondere beim Verkehr zwischen OEM und Lieferanten enorme Reduzierungen der Umweltbelastungen. Besonders die kurzen Transportwege und der Einsatz von alternativen Transportmethoden, z.B. Elektrohängebahnen, tragen dazu bei, den negativen Umweltauswirkungen, der zunehmenden Modularisierung und Spezialisierung und den damit verbundenen höheren Beschaffungsvolumen und Transportaufkommen entgegen zu wirken. Einsparungen lassen sich hier besonders bei Lieferanten realisieren, die hohe Liefervolumen bei gleichzeitig niedrigem Gewicht haben. Neben der Reduzierung des Gesamtverkehrsaufkommens und damit der Treibhausgasemissionen, kann auch der Verkehrsträgeranteil durch den Einsatz alternativer Transportmittel positiv beeinflusst werden. Zudem kann auf eine gut ausgebaute Verkehrsinfrastruktur, z.B. Bahnanschlüsse, zurückgegriffen werden, was sich wiederum positiv auf Konzepte wie den kombinierten

¹¹⁹ Bischoff u.a., 2007, S.51

Verkehr auswirkt. Der Auslastungsgrad sowie die Treibstoffeffizienz bleiben jedoch unberührt. Dafür kommt es zu einer Senkung des Leerkilometeranteils und einer Reduzierung der Umschlagvorgänge. Durch die Nähe zum OEM nehmen natürlich auch die durchschnittliche Entfernung der Lieferanten und damit die durchschnittliche Transportdistanz ab.

2.3 Local Sourcing

Beim Local Sourcing werden bewusst Güter von Lieferanten, die sich in der geographischen Nähe des Unternehmens befinden, bezogen. Dadurch kommt es zu einer Verringerung der Lieferdistanz zwischen Abnehmern und Lieferanten, was sich positiv auf das Gesamtverkehrsaufkommen auswirkt.

Vorteile¹²⁰

- Reduktion des Risikos von Transportausfällen und -mängeln durch verkürzte Transportwege und -zeiten
- Niedrigere Bestände
- Niedrige Transportkosten
- Logistik-Konzepte wie Just-in-Time (JIT) oder Just-in-Sequence (JIS) sind gut anwendbar
- Geringe Gefahr von Verständigungsschwierigkeiten
- Leichtere Abstimmung zwischen den Unternehmen
- Positives Image

Nachteile¹²¹

- Teilweise höhere Preise als auf internationalen Märkten
- Oftmals beschränkte Produktionskapazitäten
- Die ortsansässigen Lieferanten sind eventuell nicht in der Lage die geforderte Qualität zu gewährleisten.

¹²⁰ Vgl. Wannewetsch, 2006, S.152

¹²¹ Vgl. Wannewetsch, 2006, S.152

Aktueller Stand

Das Local Sourcing eignet sich insbesondere bei Produkten mit hohen Logistikkosten wie etwa großvolumigen Teilen oder bei Produkten, wo eine intensive Zusammenarbeit mit den Lieferanten notwendig ist. Es ist jedoch zu erwähnen, dass sich das Local Sourcing nicht immer anwenden lässt, da sich oftmals passende Lieferanten nicht in der Nähe des Unternehmens befinden und man so nur auf ein beschränktes Angebot zurückgreifen kann. Vor allem die zunehmende Verlagerung von Produktionsstätten ins billigere Ausland und die Globalisierung erschweren die Beschaffung auf heimischen Märkten. So werden Standardteile oftmals aus dem Ausland bezogen, wohingegen komplexe Bauteile und Systeme lieber von Lieferanten in unmittelbarer Nähe bezogen werden.

Umweltauswirkungen

Die positiven Umweltauswirkungen des Local Sourcing sind auf die Verkürzung der Lieferwege und der Reduzierung des Gesamtverkehrsaufkommens zurückzuführen. Dadurch kommt es zu einer Verminderung der Schadstoffemissionen. Negativ kann die Entwicklung des Verkehrsträgeranteils gesehen werden, da aufgrund der kurzen Wege der LKW verstärkt zum Einsatz kommt. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass die Bahn erst ab größeren Entfernungen eine ökonomisch sinnvolle Alternative ist. Durch die kurzen Entfernungen können Anlieferkonzepte wie JIT oder JIS angewendet werden, zudem wird ein Großteil der Lieferungen als Direktlieferungen abgefertigt, was zu einer Reduzierung der Umschlagvorgänge führt. Ein weiterer Vorteil ist die Reduzierung des Leerkilometeranteils. Komplexer ist die Beurteilung der Auslastung und der Treibstoffeffizienz. Direktverkehre oder Anlieferkonzepte wie JIT sind dann positiv, wenn eine möglichst hohe Auslastung und die Paarigkeit des Verkehrs erreicht werden kann. Jedoch kann es beim Local Sourcing zu einer Erhöhung der Bestellfrequenz und einer Senkung der Bestellmenge kommen, dadurch kann die Auslastung abnehmen und sich die Treibstoffeffizienz verringern.

2.4 Lagerhaltungskonzepte

Wie schon in Abschnitt 2 erläutert, kann man zwischen einer zentralen und einer dezentralen Lagerhaltung unterscheiden. Bei der zentralen Lagerhaltung werden die Kunden von einem Lager aus bedient, bei der dezentralen Lagerhaltung versorgen regionale Lager jeweils einen

Teil der Abnehmer (die Beschreibung der Lagerstufen erfolgte bereits in Abschnitt 2). Die Entscheidung über das jeweilige Lagerhaltungskonzept hat wesentlichen Einfluss auf das Verkehrsaufkommen. Welches Konzept bessere geeignet ist, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie etwa:¹²²

- der Sendungsgröße
- der geographischen Verteilung der Kunden
- dem Sortiment
- der Wertigkeit der Güter
- den Zeitvorgaben der Nachfrager
- der Umschlagbarkeit und
- der Lagerfähigkeit.

Vor- und Nachteile¹²³

Das Zentrallagerkonzept eignet sich insbesondere bei großen Sendungsgrößen, optimalerweise Ganzladungen, und wenn die geographische Verteilung der Kunden eine Versorgung mehrerer Nachfrager im Rahmen einer Tour ermöglicht. So können die Nachfrager auf dem kürzesten Weg erreicht werden.

Die dezentrale Lagerhaltung eignet sich bei kleineren Sendungsgrößen und einer breit gestreuten Verteilung der Kunden: Hierbei werden die Waren nicht auf dem kürzesten Weg transportiert, jedoch würde eine Direktbelieferung in diesem Fall zu schlecht ausgelasteten Transporten und den Einsatz vieler kleiner Fahrzeuge notwendig machen. Die hohe Transportfrequenz der Auslieferungen bei relativ geringem Transportvolumen und großen Distanzen würde zu einem starken Kostenanstieg führen und die Transportdauer wäre zu lang. Die Bündelung von Sendungen in den einzelnen Lagern ermöglicht eine höhere Auslastung, was zu einer Senkung des Gesamtverkehrsaufkommens führt. Auch müssen weniger Entladestellen angefahren werden, was wiederum Zeitersparnis mit sich bringt. Zudem verringert sich die Entfernung zwischen Lager und Kunden und die Transportkosten nehmen ab. Je höher die Zahl der Lager, desto geringer ist die Anzahl der Kunden, die durchschnittlich von einem Lager beliefert werden. In die Optimierung des Standortes gehen daher weniger Restriktionen ein, so dass der Transportweg Hersteller-Lager-Kunde für den

¹²² Baum; Kling, 1995, S.149

¹²³ Vgl. Kohn, 2008, S.76ff.

einzelnen Kunden tendenziell kürzer ist.¹²⁴ Je höher die Anzahl der Lager ist, desto mehr nähert sich der Transportweg dem Optimum, und daher nehmen die Transportkosten ebenfalls ab.¹²⁵

Zudem spielt das Verkehrsaufkommen, unter speziellen Bedingungen, bei der Wahl des Distributionskonzeptes eine untergeordnete Rolle. So ist z.B. bei einer großen Sortimentsbreite und einer nur bedingt vorhersehbaren Nachfrage (z.B. bei Ersatzteilen) eine zentrale Lagerhaltung vorteilhaft, da bei einer dezentralen Lagerhaltung die hohen Kapitalbindungskosten die niedrigeren Transportkosten kompensieren würden. Des Weiteren ist, aufgrund der engen Zeitvorgaben der Nachfrager, eine hohe Auslastung bei Tourenfahrten nur begrenzt möglich.

Aktueller Stand

Ob also eine zentrale oder dezentrale Lagerhaltung angewendet wird, hängt von den zuvor genannten Faktoren ab. In den letzten Jahren gab es einen Trend zu einer zentralen Lagerhaltung, mit deren Hilfe es vielen Unternehmen gelang, einerseits Kosten zu senken und andererseits den Servicegrad zu verbessern.¹²⁶ Zudem kommen auch Mischformen beider Lagerhaltungskonzepte vor. Auch ist das Lagerkonzept abhängig von den Transportkosten. Änderungen in der Lagerstruktur zielen darauf ab, die logistischen Gesamtkosten unter Beachtung eines gegebenen Servicelevels zu minimieren. Kommt es zu einer Steigerung der Transportkosten, z.B. aufgrund höherer Treibstoffpreise oder Mautkosten, so ändert sich der relative Anteil der Transportkosten an den logistischen Gesamtkosten. Eine Erhöhung der Transportkosten würde zu einem Rückgang an zentralen Lagerstrukturen führen, da diese zumeist mit einem höheren Transportaufwand verbunden sind. Aus diesem Grund ist es ökonomisch sinnvoll, die Lagerdichte bei steigenden Transportkosten zu erhöhen.

Umweltauswirkungen

Betrachtet man die Umweltauswirkungen der Lagerstrukturen, so erscheinen diese äußerst komplex, sodass keine allgemein gültigen Aussagen getroffen werden können. Grundsätzlich gilt, dass bei einer zentralen Lagerhaltung die Distanz zwischen Lager und Kunden größer ist

¹²⁴ Vgl. Toporowski, 1996, S.65f.

¹²⁵ Vgl. Croxton; Zinn, 2005, S.149

¹²⁶ Vgl. Kohn, 2008, S.36

als bei einer dezentralen Lagerhaltung. Dies führt zu einer Steigerung des Gesamtverkehrsaufkommens.¹²⁷ In den meisten Fällen kommt es bei einer Zunahme des Gesamtverkehrsaufkommens zu einer Steigerung der Schadstoffemissionen. Jedoch muss dies nicht zwangsläufig der Fall sein. Änderungen der Distributionsstruktur können es Unternehmen ermöglichen Neuerungen im Transportvorgang einzuführen. So kann der Einsatz von alternativen Verkehrsträgern aufgrund der größeren Entfernungen eine wirtschaftlich sinnvolle Alternative sein. Durch einen Verkehrsträgerwechsel verringert sich der Schadstoffausstoß je Tonnenkilometer. Jedoch kommt es bei einem Transportmittelwechsel nicht nur bei den Schadstoffemissionen zu Änderungen, sondern auch bei den Transportkosten oder bei der Flexibilität. Ein weiterer positiver Effekt einer zentralen Lagerhaltung ist die Verringerung von kurzfristigen und außerplanmäßigen Lieferungen.¹²⁸ Solche Lieferungen finden statt, wenn ein Lager einen Lieferengpass hat und Waren von anderen Lagerhäusern anfordern muss. Dabei wird häufig auf schnelle Transportmittel, wie etwa LKW oder Flugzeug, zurückgegriffen, zudem sind diese Transporte oftmals schlecht ausgelastet. Ein weiterer Vorteil der zentralen Lagerhaltung ist die Verdichtung der Warenströme zwischen Werkslager und Zentrallager.

Zusammenfassend kann man sagen, ob eine zentrale oder dezentrale Lagerstruktur zu einer Reduzierung der CO₂-Ausstöße führt, ist einerseits abhängig von der Entwicklung des Gesamtverkehrsaufkommens, andererseits davon, inwieweit Möglichkeiten zur Reduzierung der Schadstoffausstöße (Verlagerung der Transporte auf alternative Verkehrsträger, Verdichtung der Warenströme, Verringerung von außerplanmäßigen Lieferungen) realisiert werden können.

2.5 Güterverkehrszentrum (GVZ)

Ein Güterverkehrszentrum ist *ein großer Umschlagpunkt, der mehrere Schnittstellenfunktionen vereint, nämlich zwischen Fern- und Nahverkehr, zwischen verschiedenen Verkehrsträgern, zumindest Straße und Schiene, sowie zwischen Hersteller- und Empfänger- orientierter Bündelung.*¹²⁹ Das Ziel eines GVZs ist es, die negativen Umwelteinwirkungen des Güterverkehrs zu reduzieren, indem Transportvorgänge effizienter gestaltet werden, sowie eine Verlagerung auf alternative Verkehrsträger zu bewirken bzw. zu

¹²⁷ Vgl. Wu;Dunn, 1994 u. McKinnon, 2003

¹²⁸ Vgl. Kohn, 2008, S.43

¹²⁹ Arnold u.a., 2008, S.18

vereinfachen. Hierfür sollen sich möglichst viele Güterverkehrsunternehmen an einem Ort ansiedeln, um durch die lokale Nähe die Zusammenarbeit und die Arbeitsteilung der Verkehrsträger und -betriebe zu vereinfachen. Ein wesentliches Merkmal eines GVZs ist die Überbetrieblichkeit, als Grundgedanke werden also in mehreren unabhängigen Betrieben verschiedene logistische Dienstleistungen erbracht.¹³⁰ Mit Hilfe eines GVZs kann man die Aufgaben der City Logistik, die in der Verdichtung von Touren und Sendungen besteht, umsetzen und weiter verbessern, indem bestimmte Sendungen mehrerer Güterverkehrsunternehmen an einem Ort umgeschlagen werden können. Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die Multimodalität, ein GVZ ist eine Schnittstelle zwischen Verkehrsträgern, oftmals zwischen Straße und Schiene, teilweise auch zur Binnenschifffahrt oder auch zur Luftfahrt.¹³¹ Hierfür ist ein KLV (kombinierter Ladeverkehr)-Terminal notwendig. Dadurch können Kosten und Zeitaufwand des kombinierten Verkehrs vermindert werden. Zudem ist ein GVZ auch multifunktional, neben der Organisation und Steuerung des Transportes werden auch eine Vielzahl von Transport vor- und nachgelagerten sowie Transport begleitenden Aktivitäten abgewickelt.¹³² Nebenfunktionen bestehen in der Bereitstellung, Pflege, Wartung und Reparatur der Transportfahrzeuge, der Bereitstellung der Standort gebundenen Infrastruktur, wie Gleisanschlüssen und Parkplätzen, sowie Flächen und Gebäuden für interne Dienstleistungen, wie Zoll und Post.

Vorteile¹³³

Transport	Wirtschaftlichkeit	Stadt
<ul style="list-style-type: none"> • Verlagerung der Transporte auf alternative Verkehrsträger • Neuorganisation der Versorgungsverkehre in der Stadt • Erhöhung der Auslastung • Vermeidung von Leerfahrten • Bessere Nutzung der Infrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von Synergieeffekten durch räumliche Konzentration und Bündelung von Dienstleistungen • Verbesserung der Wettbewerbssituation von Klein- und Mittelbetrieben im Transportgewerbe • Stärkung des Standortes und Schaffung von Arbeitsplätzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerung des Güterverkehrs in der Stadt • Steigerung der Versorgungsqualität • Steigerung der Lebensqualität

Tabelle 4: Vorteile GVZ

¹³⁰ Vgl. Aberle, 2000, S.521f.

¹³¹ Vgl. Aberle, 2000, S.521f.

¹³² Vgl. Aberle, 2000, S.521f.

¹³³ Vgl. Glaser, 1993, S.217f.

Nachteile

Ein Problem ist die Angst vieler Transportunternehmer durch die Zusammenarbeit mit Konkurrenzunternehmen eigene Wettbewerbsvorteile zu verlieren. Zudem hat ein GVZ auch andere Nachteile. Hier ist besonders der hohe Flächenverbrauch, zwischen 60 und 200 ha¹³⁴ zu nennen. Die Bereitstellung einer geeigneten Fläche mit der entsprechenden Infrastruktur und Verkehrslage ist besonders in der Nähe von Ballungszentren schwierig und mit hohen Kosten verbunden. Dies führt oft zur Errichtung außerhalb von Städten und dicht besiedeltem Gebiet. Zudem haben viele Bewohner eine ablehnende Haltung gegenüber Güterverkehrszentren, da diese eine Zunahme des Verkehrs in ihrem unmittelbaren Lebensraum bewirken würden.¹³⁵ Des Weiteren sind viele Logistikdienstleister nicht bereit sich an einem neuen Standort anzusiedeln, wenn sie vorher schon in eine neue Anlage investiert haben, zudem wird eine Änderung des Verkehrsträgeranteils zu Gunsten der Bahn befürchtet.

Aktueller Stand

In den 1990er Jahren wurden etliche Güterverkehrszentren geplant, jedoch nur wenige realisiert. Gründe hierfür sind vielfältig, so wurde teilweise eine falsche Vorgehensweise zur Gewinnung und Einbindung interessierter Partner gewählt oder die angebotenen Dienste wurden nicht kunden- bzw. bedarfsgerecht gestaltet. Auch blieben die realisierten Projekte hinter den Erwartungen zurück, was hauptsächlich an den Interessenskonflikten zwischen den beteiligten Unternehmen lag. Viele befürchteten den Verlust der Eigenständigkeit oder berücksichtigen bestimmte Vorgaben nicht. Dies führte zu Lösungen auf dem kleinsten gemeinsamen Nenner, mit einer entsprechend geringen Effizienz. Nachteilig für den Erfolg dieses Konzeptes wirken sich Konzentrationstendenzen am Logistikmarkt aus, so entstehen große Dienstleister, die ohne GVZ bereits hohe Auslastungen erreichen und dadurch an solchen Projekten nicht teilnehmen. Der künftige Erfolg solcher Projekte hängt von der Qualität der Planung, den angebotenen Dienstleistungen sowie der Kooperationsbereitschaft der Unternehmen ab.

¹³⁴ Souren, 2000, S.163

¹³⁵ Vgl. Souren, 2000, S162f.

Umweltauswirkungen

Güterverkehrszentren sollen durch Zusammenarbeit von verschiedenen Unternehmen die Bündelung von Verkehrsströmen erreichen. Der Verkehr soll mittels einer koordinierten Tourenplanung reduziert und eventuell auf andere Verkehrsträger verlagert werden. Die positiven Effekte sind gestiegene Auslastungen, eine geringere Anzahl von Leerfahrten und eine Abnahme des Verkehrsaufkommens. Ob ein GVZ zu einer Verringerung des Transportaufkommens führt, ist von vielen Faktoren abhängig, neben dem Standort ist auch die Art und Anzahl der miteinander verknüpften Verkehrsträger entscheidend. Zudem sind die Art der Kooperationen sowie die Anzahl der beteiligten Unternehmen von Bedeutung.

Liegt ein GVZ etwa entfernt von den Kunden und Lieferanten, so kann man davon ausgehen, dass das Verkehrsaufkommen bei einer optimalen Tourenplanung ohne das GVZ niedriger wäre, da eine Bündelung auch ohne das GVZ möglich ist. Jedoch kann dies trotzdem ökonomisch sinnvoll sein, wenn durch das GVZ eine günstigere Kostenstruktur erzielt werden kann. Denn bei geringen Liefermengen und einem hohen Leerfahrtenanteil kann das GVZ eine ökologisch wie ökonomisch sinnvolle Alternative sein. Die günstigste Situation ist, wenn die Transporte gegenüber Direktverbindungen nur geringfügig längere Wege zurücklegen. In der Regel befindet sich das GVZ jedoch zentral zwischen Kunden und Lieferanten, was eine Aussage über die Umweltauswirkungen sehr erschwert, da noch weitere Faktoren, wie etwa die Größe der Transporteinheiten, die verwendeten Transportmittel und die Entfernungen von Kunden und Lieferanten, berücksichtigt werden müssen.¹³⁶

Aus Umweltsicht negativ zu bewerten ist die Fahrtenverlängerung beim Nahverkehr, wenn Unternehmen ihre zentral gelegenen Standorte in ein peripheres GVZ verlagern. Zudem steigen das Verkehrsaufkommen und die Umweltbelastungen in der Nähe eines GVZ. Kritiker sehen darin nur eine Verlagerung der Umweltbelastungen auf einen anderen Standort.

Aufgrund der breiten Diskussion wurden unter Leitung der Kühne Stiftung¹³⁷ die Umweltauswirkungen von Güterverkehrszentren in Deutschland untersucht, diese Studie ergab ein positives Ergebnis. So nahm das Verkehrsaufkommen überall ab und eine Änderung im Modal Split zugunsten der Bahn war die Folge. Auch wurde eine Reduzierung des Flächen- und Ressourcenverbrauches gegenüber den Einzelstandorten erzielt.

¹³⁶ Vgl. Baumgarten u. a., 1996, S.76f.

¹³⁷ Siehe hierzu Baumgarten u.a., 1996

3 Ansätze beim Transportprozess

3.1 Einsatz von IT zur Transportoptimierung

Die heutige moderne Logistik ist ohne den Einsatz von Informations- und Kommunikations-Technologien undenkbar. Dies bringt für beide Bereiche Vorteile, so sind viele IT-Entwicklungen als Folge von logistischen Problemen entstanden, andere Lösungen haben sich zu typischen Logistikanwendungen entwickelt. Unter dem Aspekt des wachsenden Drucks auf die Logistikbranche und der zahlreichen Zielkonflikte gewinnt die IT immer mehr an Bedeutung. So sollen die Bestände oder das Transportaufkommen reduziert, gleichzeitig soll aber die Lieferzeit verringert werden. Idealerweise sollte die Logistik ohne große Lager auskommen und die Waren würden in einem ununterbrochenen Fluss transportiert werden. Die Rolle der IuK-Technologien ist es, die Logistik bestmöglich zu unterstützen und eine vorausschauende Planung und Steuerung zu ermöglichen.

3.1.1 Planungssysteme für den Transport

Im Transportbereich ist es die Aufgabe bzw. das Ziel der IuK-Technologien Fahrzeuge rational einzusetzen, Leerfahrten zu reduzieren, die Auslastung zu steigern und eine bessere Ladungsdistribution zu erreichen.¹³⁸ Unter „Planungssysteme für Transporte“ versteht man *Systeme, die für Gütertransporte eine optimale Kombination von Transportmittel und deren Auslastung unter Nutzung der günstigsten Wegstrecke und Reihenfolge der Be-/Ent- oder Umladeorte ermitteln.*¹³⁹ So unterstützen Tourenplanungssysteme Unternehmen bei der Planung und Gestaltung von Transporten. Dabei muss unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Fahrzeuge, der Anzahl und Standorte der Kunden sowie deren Wünsche und einer Vielzahl anderer Faktoren (siehe hierzu Tabelle 5) Fahrten geplant werden, die die Transportkosten minimieren. Die Verknüpfung all dieser Punkte ist nur mittels moderner Systeme möglich, die anhand der vorhandenen Daten eine Optimierung der Transportrouten vornehmen.

¹³⁸ Vgl. Richter u.a., 1997, S.143

¹³⁹ Gleißner; Femerling, 2008, S.222

Entfernungsermittlung	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Netzwerkmethod
Fahrzeitberechnung	<ul style="list-style-type: none"> • Digitales Straßennetz • Durchschnittsgeschwindigkeit • Entfernungsabhängige Geschwindigkeit • Straßenabhängige Geschwindigkeit • Wetterfaktoren • Verkehrsaufkommen/
Be-/Entlade-/Standzeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Mindeststandzeit pro Kunde (Papierabwicklung, Rangierzeiten) • Mengenabhängige Zeiten • Kundenabhängige Zeiten
Sonstige Restriktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Lenk- und Ruhezeitvorschriften des Gesetzgebers • Regelungen zu Einsatz- und Arbeitszeiten für Fahrer und Be-/Entladepersonal • Unterschiedliche Fahrzeugtypen mit abweichender Nutzlast, für die Auslieferung notwendige Zusatzausrüstungen (z.B. Hebebühne, Mitnahmestapler usw.) • Unkalkulierte Wartezeiten bei Kunden • Leergut/Rückladungen • Fahrverbote an Feiertagen, bei Emissionswetterlagen und in Innenstädten

Tabelle 5: Determinanten der Tourenplanung¹⁴⁰

Die Tourenplanungssoftware basiert dabei auf unterschiedlichen mathematischen Lösungsverfahren, welche zur Ermittlung der optimalen Routen dienen. Tourenplanungssysteme sind in der Regel über Schnittstellen mit anderen Datensystemen verbunden und setzen sich mindestens aus den folgenden Komponenten zusammen:¹⁴¹

- Schnittstellen: Automatischer Import und Export aller benötigten Daten
- Grafische Benutzeroberfläche: Digitalisierte Straßenkarten und tabellarische Darstellungen
- Planungsfunktionen: Automatisch, interaktiv und manuell
- Restriktionen: Berücksichtigung aller wichtigen praktischen Nebenbedingungen
- Ergebnisaufbereitung: Statistiken und Drucklisten

¹⁴⁰ Tabelle entnommen aus: Gleißner; Femerling, 2008, S.223

¹⁴¹ Arnold u.a., 2008, S.150

Tourenplanungs-Software wird derzeit in der verladenden Industrie und im Außendienst eingesetzt, jedoch ist mit dem zunehmenden Einsatz von durchgängigen Unternehmens-EDV-Lösungen (und der damit verbundenen besseren Datenverfügbarkeit) mit einem deutlichen Anstieg von Planungssoftware auch im Transportgewerbe zu rechnen.¹⁴²

Vorteile

Neben der Optimierung der Transportrouten unterstützen und erleichtern Planungssysteme die Verknüpfung von Verkehrsträgern und ermöglichen es den Umschlag schneller und einfacher zu gestalten. So können diese für die jeweiligen Transporte einerseits die am besten geeigneten Transportmittel ermitteln, andererseits Unternehmen bei der Buchung von Transportmitteln unterstützen. Zudem kommt es bei Warentransporten zum Austausch von einer Vielzahl von Dokumenten und Informationen, welche von den Planungssystemen auf- und vorbereitet werden, wodurch die Kommunikation erleichtert wird. Aus diesen Gründen bieten die modernen IuK-Technologien zahlreiche Möglichkeiten logistische Prozesse umweltfreundlicher zu gestalten. Planungssysteme bieten zusammenfassend folgende Vorteile:¹⁴³

- Erleichterung der Verknüpfung von Verkehrsträger und damit Unterstützung bei der Bildung umweltschonender Transportketten
- Effizientere Nutzung der bestehenden Infrastruktur
- Beseitigung von Kapazitätsengpässen
- Rationalisierung von Verkehrsabläufen
- Leerfahrtenreduzierung durch Bündelungsstrategien
- Vermeidung von überflüssigen Verkehren
- Höhere Transparenz über das Transportgeschehen

Nachteile¹⁴⁴

Die Ergebnisse und Einsparungen, die durch die Planungssysteme erzielt werden, sind stark von der Qualität der Datengrundlage abhängig. Daten, wie etwa Lieferadressen oder Liefermengen, müssen korrekt im System eingegeben sein. So müssen z.B. Mengenangaben

¹⁴² Vgl. Arnold u.a., 2008, S.151

¹⁴³ Vgl. Richter u.a., 1997, S.146

¹⁴⁴ Vgl. Arnold u.a., 2008, S.150

Rückschlüsse über die beanspruchte Fahrzeugkapazität zulassen. Zudem handelt es sich bei den Zeitangaben um Schätzwerte, deren Genauigkeit die Umsetzung der Planungsergebnisse beeinflusst. Ein weiteres Problem ist die Vielzahl der Softwarelösungen, die zur Verfügung steht, aus denen es eine auszuwählen gilt.

Aktueller Stand

Die Verbreitung der Anwendung von Tourenplanungssystemen kann als noch wenig fortgeschritten angesehen werden. Hier sollte man unterscheiden zwischen der Anwendung in der strategischen Planung, zur Entwicklung von Standardrouten und der operativen Planung für eine einmalige, momentan anfallende Route. Besonders in der operativen Planung kann die Anwendung als gering bezeichnet werden.¹⁴⁵ Hierfür gibt es vielfältige Gründe, so sind viele Standardsoftwareprogramme den komplexen Anforderungen der Transportwirtschaft nicht gewachsen. Die Software verfehlt oftmals, aufgrund existierender Restriktionen, die optimalen Lösungen, was ein Grund für die geringe Verbreitung ist. Auch existiert teilweise eine ablehnende Haltung seitens der potentiellen Anwender aufgrund der fehlenden Nachvollziehbarkeit automatisch generierter Touren. Zudem wird der Aufwand zur Erhebung von Kunden-, Auftrags- und Infrastrukturdaten als zu hoch angesehen. Häufig wird deshalb auf Individualprogramme zurückgegriffen, die den Anforderungen der Unternehmen gerecht werden. Jedoch gab es in den letzten Jahren erhebliche Verbesserungen, besonders im Bereich des verfügbaren digitalen Kartenmaterials, aber auch neue verbesserte Lösungsalgorithmen wurden entwickelt. Im Allgemeinen ist eine Anwendung einer Tourenplanungssoftware erst ab einer bestimmten Anzahl von Fahrzeugen (ca. 10) sinnvoll.¹⁴⁶

Umweltauswirkungen

Planungssysteme helfen dabei Leerfahrten zu vermindern und die Auslastung zu steigern, dadurch kommt es zu einer Verringerung der Treibhausgasemissionen und einer Abnahme des Gesamtverkehrsaufkommens. Zudem können sie einen positiven Einfluss auf den Verkehrsträgeranteil haben, da Planungssysteme förderlich sind, wenn es darum geht, alternative Verkehrsträger wie Bahn oder Schiff einzusetzen. Diese unterstützen Unternehmen bei der Planung, Buchung und Steuerung und vermindern damit den höheren

¹⁴⁵ Vgl. Plümer, 2003, S.266

¹⁴⁶ Vgl. Baumgartner; Leonardi, 2004b, S. 200

Organisationsaufwand. Denn der hohe Planungsaufwand, sowie mangelnde Kenntnis und Marktübersicht, sind hohe Hemmschwellen für Unternehmen, wenn es darum geht, auf den kombinierten Verkehr zurückzugreifen. Ein weiterer positiver Effekt ist die gesteigerte Treibstoffeffizienz, die auf die höhere Auslastung und den geringeren Leerfahrtenanteil zurückzuführen ist. Da Planungssysteme grundsätzlich nicht bei der Struktur ansetzen, wird die durchschnittliche Transportentfernung nicht geändert. Jedoch können Planungssysteme auch zur Planung von Distributionsstrukturen und Standortentscheidungen herangezogen werden. Die Planungssysteme bewirken in der Regel keine Änderung bei der Anzahl der Umschlagvorgänge, sollte es jedoch aufgrund der Planungssysteme zu einem verstärkten Einsatz des kombinierten Verkehrs kommen, so kann daraus auch ein Anstieg der Umschlagvorgänge resultieren.

3.1.2 Frachtenbörse

Eine Frachtenbörse dient zur Vermittlung von Laderaum und Ladungen, dabei werden die jeweiligen Angebote bzw. die jeweilige Nachfrage über computergestützte Informationssysteme laufend eingegeben.¹⁴⁷ Gegen ein Entgelt können dann die Interessenten die Daten über das Internet abrufen. Einerseits inserieren hier Unternehmen, die Waren verschicken wollen, andererseits Spediteure oder LKW-Unternehmen, die ihre Auslastung steigern wollen. Die Angebote umfassen in der Regel nationale wie auch internationale Routen. Aus diesem Grund kann man den Einsatzbereich der Frachtenbörse in zwei Teile gliedern: einerseits in die Frachtensuche, andererseits in die Tourensuche. Auf der einen Seite ist es Speditionen oder anderen Transportunternehmen nicht möglich Leerfahrten vollständig zu verhindern, diese verursachen zusätzliche Kosten und mindern somit den Gewinn. Auf der anderen Seite greifen Unternehmen auf Frachtenbörsen zurück, um ihre Waren über bereits geplanten Touren mit einer einseitigen Auslastung zu transportieren. Dabei kann es sich um die unterschiedlichsten Unternehmen handeln, angefangen bei Kleinunternehmen ohne eigene Transportmöglichkeiten bis hin zu Spediteuren, die gerade kein Fahrzeug haben, um einen Auftrag durchzuführen. Wird ein passendes Angebot gefunden, so kann man über die angegebenen Kontaktdaten Verbindung aufnehmen um dann das Geschäft abzuschließen.

¹⁴⁷ Vgl. BIA, 2003, S.6

Der Erfolg einer Frachtenbörse ist abhängig von der Anzahl der Anbieter und Nachfrager, von der Geschwindigkeit des Zugriffs auf die Daten sowie von der Zuverlässigkeit der Beteiligten, insbesondere von der schnellen und zuverlässigen Transportabwicklung.¹⁴⁸

Vorteile¹⁴⁹

Die Vorteile einer Frachtenbörse sind neben der Reduzierung von Leerfahrten, und der damit verbundenen schädlichen Umwelteinflüsse, die hohe Anzahl von Angeboten und Anfragen. Immer mehr Unternehmen nutzen dieses Angebot, da man sich schnell und kostengünstig einen Überblick verschaffen kann. Damit entfallen telefonische Anfragen, zudem kann man als Anbieter die Frachtenbörse als Werbeflächen für sein Unternehmen nutzen und eventuelle Neukunden gewinnen. Auch der ständige Kontakt mit neuen Anbietern kann dazu beitragen, neue dauerhafte Kunden zu finden und zu binden.

Nachteile¹⁵⁰

Ein Problem ist die Lieferzuverlässigkeit, d.h. die Sicherstellung, dass die versendeten Waren auch rechtzeitig beim Empfänger ankommen, da sich hier oftmals zwei Unternehmen gegenüberstehen, die zuvor keine geschäftlichen Beziehungen miteinander pflegten. Eine Möglichkeit einen besseren Überblick zu erhalten ist die Einführung von Ratings, wo den Kunden die Möglichkeit gegeben wird, den Dienstleister zu beurteilen. Eine andere Möglichkeit der Qualitätssicherung ist die Bonitätsprüfung der angemeldeten Nutzer. Damit wird das Risiko vermindert, dass ein Anbieter aufgrund mangelnder Liquidität einen Auftrag nicht durchführt. Zudem müssen vor der Aufnahme in eine Frachtenbörse Papiere bezüglich Versicherung, Haftung und die notwendigen Lizenzen eingereicht werden.

Ein weiteres Problem ist der Kundenschutz, da das durchführende Unternehmen die Kundendaten kennt und dadurch über die geschäftlichen Beziehungen des Auftraggebers Bescheid weiß. Insbesondere bei Speditionen, die Aufträge übertragen, ist dies problematisch, da das andere Speditionsunternehmen selbst an den Kunden herantreten und diesem ein besseres Angebot unterbreiten kann. Dies stellt für viele Unternehmen eine hohe Hemmschwelle dar, dem kann jedoch bei einigen Frachtenbörsen entgegengewirkt werden,

¹⁴⁸ Vgl. Brandenburg u.a., 2008, S.89

¹⁴⁹ Vgl. Kopfer u.a., 2000

¹⁵⁰ Vgl. Kopfer u.a., 2000, S.3f. und BIA, 2003, S.12f.

indem der Anbieter bestimmen kann, für welche Teilnehmer sein Angebot ersichtlich ist und für wen nicht.

Aktueller Stand

Unternehmen können heute auf eine Vielzahl von Frachtenbörsen zurückgreifen. Diese unterscheiden sich zumeist durch die Anzahl der Nutzer und damit durch die Höhe des verfügbaren Transportvolumens bzw. verfügbarer Kapazitäten sowie durch die Höhe der anfälligen Gebühren. Die Anzahl der Nutzer nahm in den letzten Jahren aufgrund der immer härter werdenden Wettbewerbsbedingungen zu, jedoch gibt es keine Daten über die genaue Anzahl von Nutzern. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass die Zahl der Nutzer weiter steigen wird, da mit einer weiteren Verschärfung der Wettbewerbsbedingungen zu rechnen ist und es sich Unternehmen immer weniger leisten können unwirtschaftliche Leerfahrten zu tätigen. Jedoch hängt dies auch davon ab, inwieweit die oben erwähnten Probleme, insbesondere im Bereich des Kundenschutzes, gelöst werden können.

Umweltauswirkungen

Frachtenbörsen sind trotz der oben erwähnten Probleme eine gute Möglichkeit um die Leerfahrten zu reduzieren und die Auslastung zu steigern, und damit in weiterer Folge das Transportaufkommen und die Umweltbelastungen durch die Schadstoffausstöße zu senken. Der Verkehrsträgeranteil bleibt unberührt, jedoch kann die Treibstoffeffizienz aufgrund der höheren Auslastung gesteigert werden.

3.1.3 Telematik

Der Begriff Telematik setzt sich aus den Begriffen Telekommunikation und Informatik zusammen. Telematik bedeutet eine Verschmelzung dieser beiden Begriffe, dabei kommt die Telematik in unterschiedlichen Bereichen zum Einsatz, wie etwa Medizin, Tourismus oder Verkehr. Im Transportbereich wird die Telematik zur Transportplanung, dem Flottenmanagement oder zur Sendungsverfolgung eingesetzt.

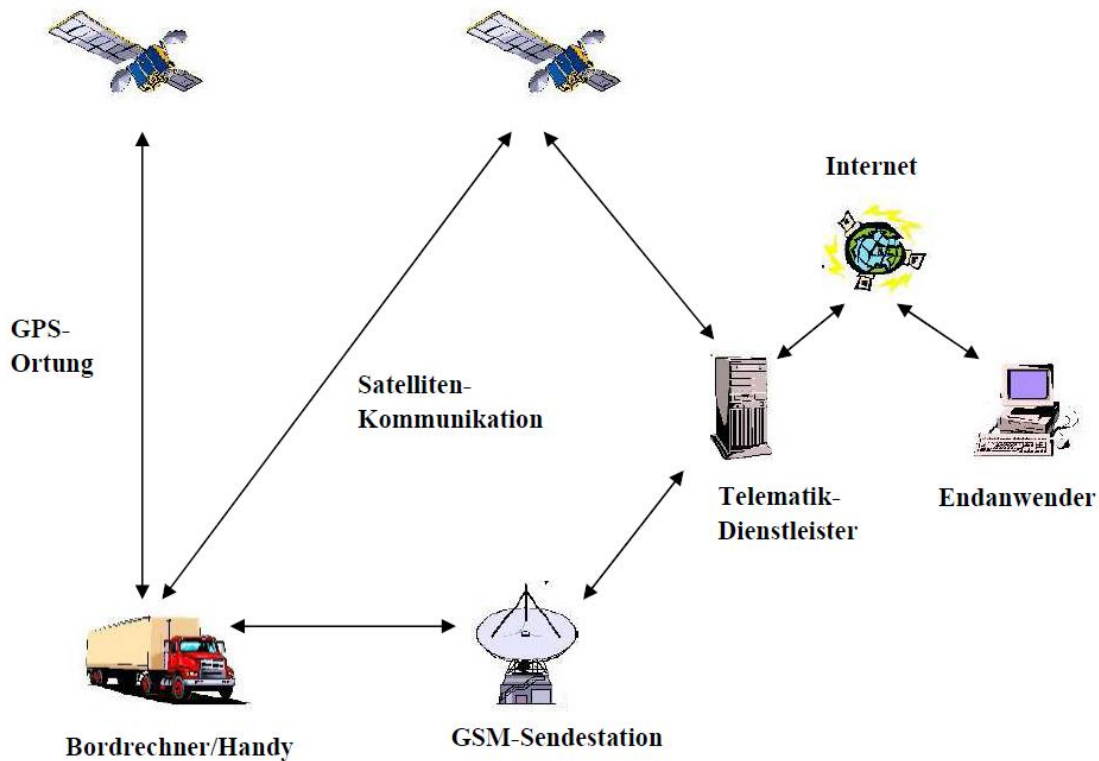


Abbildung 18: Telematiksystem-Funktionsprinzip¹⁵¹

Die oben angeführte Abbildung zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Telematiksystems, welches auf einem Bordrechner, vor- und nachgelagerten Softwaresystemen und auf einer geeigneten Datenübertragung zwischen Fahrzeug und Zentrale basiert. Dadurch können Aufträge oder andere relevante Informationen, wie etwa Stauwarnungen, an den Fahrer weitergegeben werden, zudem wird die Kommunikation zwischen Fahrer und Zentrale wesentlich vereinfacht. Des Weiteren erhält die Zentrale alle relevanten Daten über das Fahrzeug und kann bei Fehlentwicklungen rechtzeitig Maßnahmen setzen. So kann mithilfe der Telematik die gesamte Flotte effizient eingesetzt und der Transport optimiert werden. Im

¹⁵¹ Abbildung entnommen aus: Andres, 2004, S.4

Rahmen von Telematikanwendungen kommen auch andere Systeme zum Einsatz, diese können jedoch auch getrennt eingesetzt werden:

- **On-Board-Systeme:**¹⁵² Diese bestehen in der Regel aus im Fahrzeug installierten On-Board-Computern und einer zentralen Analyse-Software. Die Computer erfassen während des Einsatzzeitraumes alle Prozessdaten und übertragen diese zur Auswertung an das Analysesystem. Dieses System enthält alle Basisdaten des Verkehrsmittels, wie z.B.: Nutzungsdauer oder Versicherungsprämien. Durch den Computer werden die Verbrauchs- und Situationsdaten erfasst, wie z.B.: Standortinformation, Treibstoffverbrauch, Motorbeanspruchung. Dadurch kann einerseits der Fahrzeugzustand optimal überwacht und damit die Lebensdauer erhöht, andererseits das Fahrverhalten (spritsparendes Fahren) überprüft werden. Zudem kann über die On-Board-Systeme Kontakt mit dem Fahrer aufgenommen bzw. der Status (Fahrt, Warten auf Entladung, etc.) überprüft werden. So können die Unternehmer neue Aufträge auf das am besten geeignete Fahrzeug verteilen.
- **Tracking und Tracing-Systeme (Sendungsverfolgungssysteme):**¹⁵³ Diese Systeme dienen einerseits der Verfolgung des Transportweges von Gütern und Transportmitteln und ermöglichen andererseits eine Rekonstruktion des Sendungsverlaufes. Tracking bedeutet dabei die Ermittlung des aktuellen Status, Tracing bedeutet die Speicherung und Analyse der Daten zur lückenlosen Rückverfolgbarkeit der Sendung. Die Informationen über den Status der Sendung können entweder manuell eingegeben oder mittels eines elektronisch lesbaren Etiketts (Barcode oder RFID) ermittelt werden. Bei jedem Umlade- oder Entladevorgang werden die Informationen in ein System eingegeben und der Status kann dann übers Internet abgerufen werden. Durch Sendungsverfolgungssysteme wird die Transparenz entlang der Logistikkette wesentlich erhöht und die Ermittlung von Schwachstellen ermöglicht. Zudem kann im Falle von Reklamationen, aufgrund der Rückverfolgbarkeit, die Fehlerquelle identifiziert werden. Des Weiteren kann man rechtzeitig Fehlentwicklungen entgegenwirken.

¹⁵² Vgl. Gleißner; Femerling, 2008, S.223f.

¹⁵³ Vgl. Gleißner; Femerling, 2008, S.225f.

Vor- und Nachteile

Durch die aktuellen Informationen über die Fahrzeuge, Sendungen und die Verkehrssituationen kann eine bessere Steuerung der Transporte erfolgen. Dadurch soll die Transportzeit verringert werden, indem unnötige Leerfahrten und Suchvorgänge reduziert werden. Zudem kann, aufgrund der stets aktuellen Informationen, eine verbesserte Tourenplanung mit all den daraus resultierenden Vorteilen erfolgen. Insgesamt bieten Telematiksysteme folgende Vorteile:¹⁵⁴

- Verringerung von Leerfahrten
- Reduzierung der Transportzeiten
- Kostenreduzierung
- Erhöhung der Fahrsicherheit
- Vermeidung von Doppelerfassungen
- Erhöhung des Auslastungsgrads
- Flexibilisierung der Auftragsabwicklung
- Steigerung der Reaktionsfähigkeit bei Änderungen der Auftragsituation

Probleme stellen die große Anzahl an verschiedenen Telematiklösungen dar, oftmals wissen die Unternehmen nicht, welches System für sie passend ist, so reicht das Angebot von Standardpaketen bis maßgeschneiderten Individuallösungen. Zudem können Telematiksysteme mit schon bestehender Logistiksoftware konkurrieren. Auch wollen viele Unternehmen keine zwei nebenher arbeitenden Systeme betreiben, was nur zu einer Erhöhung der Komplexität führt.

Aktueller Stand

Im Jahre 2000 setzten 66% der Transportunternehmen in Deutschland Telematikanwendungen ein.¹⁵⁵ Jedoch sind die anfänglichen Prognosen hinsichtlich einer schnellen und flächendeckenden Verbreitung der Telematik nicht eingetroffen. Die Gründe hierfür sind vielfältig. So werden einige Telematiksysteme nicht optimal eingesetzt, bestimmte Funktionen werden erst gar nicht genutzt oder die gelieferten Informationen

¹⁵⁴ Vgl. Andres, 2004, S.5

¹⁵⁵ Vgl. Lasch, 2002, S.5

entsprechen nicht dem Informationsbedarf der Kunden. Zudem spielen die Investitions- und Wartungskosten, insbesondere bei der Anwendung durch Klein- und Mittelbetriebe, eine entscheidende Rolle. Es fehlen teilweise günstige Komplettlösungen, zudem weisen Einzelkomponenten oftmals Schwächen, wie fehlende Schnittstellen, auf. So haben viele Unternehmen Bedenken sich aus der Vielzahl von Insellösungen ihr passendes Angebot zusammenzusuchen. Andererseits haben die Unternehmen teils unterschiedliche Anforderungen, sodass Standardlösungen nicht immer das Richtige sind. Jedoch gab es in den letzten Jahren Verbesserungen in diesen Bereichen und auch die Preise für Telematikanwendungen, genauso wie die Kommunikationskosten sanken. Jedoch muss erst das Bewusstsein für eine Informationskompetenz bei den Unternehmen, insbesondere den Klein- und Mittelbetrieben, geweckt werden.

Umweltauswirkungen

Wie bereits oben erwähnt, liegt der größte Vorteil im Bereich des Transportes und der Umwelt, in der Möglichkeit, aufgrund besserer und aktuellerer Informationen die Auslastung zu erhöhen und Leerfahrten zu reduzieren. Dadurch können das Gesamtverkehrsaufkommen sowie die Treibhausgasemissionen verringert werden. Des Weiteren sind die Verkürzung der Transportrouten und die Vermeidung von Suchvorgängen aufgrund von GPS-Systemen möglich, zudem kann besser auf Ereignisse wie etwa Staus reagiert werden. Auch die höhere Flexibilität und die schnellere Reaktionsfähigkeit können sich positiv auf die Umwelt auswirken, indem die Tourenplanung weiter optimiert wird. Durch die On-Board-Systeme kann eine bessere Überwachung der Fahrzeuge und des Fahrverhaltens erfolgen, und damit der Treibstoffverbrauch gesenkt werden. Dies führt wiederum zu einer höheren Treibstoffeffizienz. Keinen Einfluss haben Telematiksysteme sowohl auf den Verkehrsträgeranteil als auch auf die Anzahl der Umschlagvorgänge.

3.1.4 Implementierung durchgängiger Datenmanagement-Systeme

Die zunehmende Komplexität der logistischen Abläufe mit einer Vielzahl an Beteiligten, stellt hohe Anforderungen an die Kommunikationsprozesse. So ist zur Steuerung eines logistischen Ablaufes eine Vielzahl von Daten, angefangen bei den Anschriften von Absender und Empfänger über Angaben zur Ware wie Gewicht, Volumen bis hin zum Auslieferdatum,

notwendig. Um den steigenden Anforderungen bezüglich Flexibilität und Geschwindigkeit gerecht zu werden, ist es notwendig, dass Informationen z.B. über die Auslieferung einer Sendung schon weit vor dem Eintreffen der Ware bei allen Beteiligten des Auslieferprozesses zur Verfügung stehen.¹⁵⁶ Durch den elektronischen Datenaustausch kann man dieser Forderung gerecht werden. Um die Informationsflüsse optimal zu gestalten, sollten medienbruchfreie Schnittstellen eingerichtet werden. Als Medienbruch bezeichnet man *den Wechsel des Übertragungsmediums oder des Datenträgers in der Informationskette, z. B. die Übertragung von Informationen von einer Lagerkarte (Papier) auf einen Kommissionierschein (Papier) oder von einem Lieferschein (Papier) in ein EDV-System oder auch umgekehrt.*¹⁵⁷ Das Problem der Medienbrüche sind mögliche Übertragungsfehler. Um dies zu verhindern werden in den jeweilige Industrien einheitliche Datenstandards implementiert, wie z.B.: ODETTE oder EDIFACT.

Vorteile¹⁵⁸

- Steigerung der Transparenz
- Vermeidung von Übertragungsfehlern
- Zeit- und bedarfsgerechte Bereitstellung von Informationen
- Erhöhung der verfügbaren Reaktionszeit und -qualität in der Logistikkette durch zeitnähere und genauere Informationsbereitstellung
- Flexibilitäts- und Effizienzsteigerung der Ablauforganisation
- Reduktion der Transaktionskosten

Nachteile¹⁵⁹

- Teilweise hohe Einführungskosten
- Break-Even-Point wird aufgrund geringen Datenvolumens bzw. geringer Transaktionshäufigkeiten in kleinen Unternehmen nicht erreicht
- Oftmals eigenes geschlossenes Netzwerk notwendig

¹⁵⁶ Vgl. Gleißner; Femerling, 2008, S.198

¹⁵⁷ Gleißner; Femerling, 2008, S.198

¹⁵⁸ Vgl. Gleißner; Femerling, 2008, S.204f.

¹⁵⁹ Vgl. Gleißner; Femerling, 2008, S.204f.

Aktueller Stand

Die Verbreitung von durchgängigen Datenmanagementsystemen ist in den verschiedenen Branchen unterschiedlich weit vorangeschritten. So ist z.B.: in der Automobilindustrie der Datenstandard ODETTE durchgängig verbreitet. In der Logistik gab es lange Zeit keinen einheitlichen Datensatz, da Spediteure oftmals für eine Vielzahl von Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen arbeiten. Jedoch gab es in den letzten Jahren einen hohen Anstieg bei der Nutzung von EDI (Electronic Data Interchange) –Standards. Zudem sind solche Standards oftmals die Grundlage für andere unternehmensübergreifende Steuerungskonzepte wie Efficient Consumer Response. Jedoch sind die Anreize für kleine Unternehmen oft nicht groß genug im Verhältnis zu den hohen Kosten zur Schaffung der notwendigen technischen Infrastruktur. Eine Verbreitung der EDI-Standards innerhalb der gesamten Supply-Chain und damit eine vollständige Informationsintegration können dadurch nicht erreicht werden.¹⁶⁰ In den letzten Jahren kamen auch verstärkt neue internetbasierte Standards wie XML auf, die wesentlich kostengünstiger als die EDI Standards sind und die Nutzung internetbasierter Technologien ermöglichen. Diese bieten vor allem für kleinere Unternehmen Anreize.

Umweltauswirkungen

Mit der Verbesserung des Informationsaustausches zwischen Kunden, Lieferanten und Logistikdienstleistern können Transportabläufe optimiert werden. Durch eine schnellere Informationsübermittlung wird die zur Verfügung stehende Lieferzeit verlängert. Dadurch können Touren besser geplant und in weiterer Folge kann die Auslastung gesteigert werden. Dies gilt auch für andere Konzepte, je früher Informationen übermittelt werden, desto länger hat ein Unternehmen Zeit zu reagieren und desto besser ist das Ergebnis der Planung. Zudem können bei kurzfristigen Änderungen bestehende Transportvorgänge angepasst werden, ohne dass hierfür weitere Fahrzeuge eingesetzt werden müssen. Dadurch können das Gesamtverkehrsaufkommen und der Leerfahrtenanteil gesenkt werden. Damit kommt es zu einer Senkung der Treibhausgasemissionen und zu einer Steigerung der Treibstoffeffizienz. Auf den Verkehrsträgeranteil kann sich der verbesserte Informationsaustausch positiv auswirken, wenn dadurch der Koordinationsaufwand für den kombinierten Verkehr verringert wird.

¹⁶⁰ Vgl. Riemer, 2008, S.26

3.2 Wahl des optimalen Lieferkonzeptes

3.2.1 Direktverkehr

Ein Direktverkehr liegt vor, wenn der Transportprozess direkt, ohne Wechsel des Transportmittels, zwischen Versender und Empfänger erfolgt. Dabei wird das Transportgut nicht umgeschlagen.¹⁶¹ Synonym für den Direktverkehr wird auch der Begriff ungebrochener Verkehr verwendet.

Vor- und Nachteile

Der Direktverkehr bietet eine Reihe von Vorteilen, so ist eine Direktverbindung zwischen zwei Punkten grundsätzlich die kürzeste Verbindung, dadurch wird eine kürzere Wegstrecke zurückgelegt und die Transportdauer minimiert. Zudem ergeben sich Kostenvorteile, da kein Zwischenumschlag notwendig ist.

Jedoch ist eine Direktverbindung erst bei einem hohen Transportaufkommen rentabel, da die Vorteile des Direktverkehrs erst bei einer möglichst hohen Auslastung optimal genutzt werden können. Für ein voll ausgelastetes Transportmittel stellt eine Direktverbindung die kostengünstigste Variante dar. Ist ein Fahrzeug jedoch nur schlecht ausgelastet, so ist es oftmals von Vorteil sich für ein alternatives Lieferkonzept zu entscheiden.

Aktueller Stand

Der Direktverkehr zwischen Versender und Empfänger wird häufig angewendet, besonders bei Lieferkonzepten wie Just in Sequence oder Just in Time, die hauptsächlich als Direktverkehr abgewickelt werden. Ob ein Direktverkehr oder eine Bündelung von Transporten stattfindet, ist einerseits vom Liefervolumen und der erreichten Auslastung, andererseits von der Transportstruktur und dem gewählten Lagerhaltungskonzept abhängig.

¹⁶¹ Vgl. Gleißner; Femerling, 2008, S.69

Umweltauswirkungen

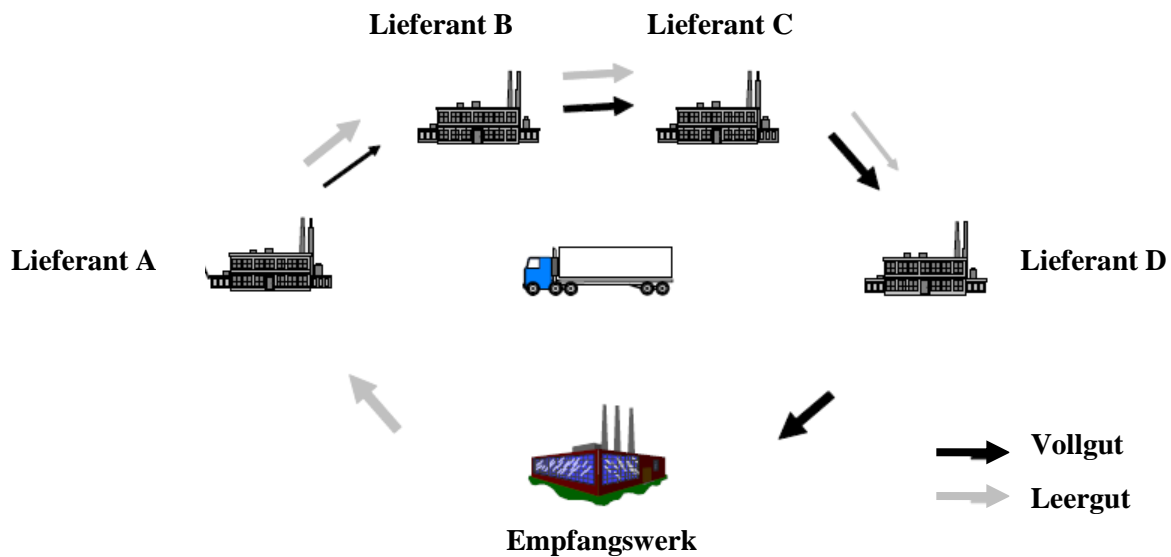
Betrachtet man die Auswirkungen des Direktverkehrs auf die Umwelt, so kann dies als äußerst zwiespältig gesehen werden. Einerseits entspricht der Direktverkehr dem logistischen Flussprinzip und stellt in der Regel die kürzeste Verbindung zwischen Lieferanten und Abnehmern dar, was die Transportwege minimiert. Zudem sind keine Umschlagvorgänge notwendig, was wiederum die Transportdauer verkürzt und die Organisation und Steuerung der Transporte erleichtert. Andererseits haben Direktverkehre oftmals mit niedrigen Auslastungen und einem hohen Leerfahrtenanteil zu kämpfen. Auch kann die Warenannahme bei einer zu großen Anzahl von Direktlieferungen überlastet werden, was zu Staus und Verzögerungen führt. Zudem werden bei Direktverkehren hauptsächlich LKWs eingesetzt, da sich die Bahn nur bedingt für Haus-zu-Haus-Verkehre eignet. Direktverkehre sind dann eine ökonomische Variante, wenn ein hohe Auslastung und ein niedriger Leerfahrtenanteil erreicht werden kann. Die Treibstoffeffizienz ist ebenfalls abhängig von der erreichten Auslastung.

3.2.2 Milkrun

Der Milkrun ist eine spezielle Form der Direktbelieferung, der Name und die Idee basieren auf der Distribution von Milchflaschen in den USA und England. Dabei liefert der Milchjunge volle Flaschen Milch und sammelt gleichzeitig die leeren Flaschen wieder ein. Zudem wird nur eine neue Flasche bereitgestellt, wenn eine leere Flasche mitgenommen werden kann, so wird gewährleistet, dass nie zu viel Milch im Haus ist und diese damit schlecht wird.¹⁶² Überträgt man dieses Konzept auf die Logistik, so nimmt die Rolle des „Milchjungen“ der Spediteur ein. Auf einer festgelegten Route mit vorgegebenen Abfahrts- und Ankunftszeiten in den Warenbahnhöfen der Absender und Empfänger fährt der Spediteur mehrere Lieferanten an, sammelt die auszuliefernden Produkte ein und transportiert diese zu den Abnehmern.¹⁶³ Im Gegensatz zum Gebietsspediteur, der meist von den Lieferanten beauftragt wird um deren Lieferungen zu bündeln, ist der Milkrun herstellergetrieben. Man kann zwischen einem innerbetrieblichen, zur Versorgung von verschiedenen Produktionsbereichen, und einem überbetrieblichen Milkrun mit externen Lieferanten unterscheiden. Zudem werden die Leerguttransporte in den Milkrun integriert.

¹⁶² Vgl. Werner, 2002, S.184f.

¹⁶³ Vgl. Wannewetsch, 2006, S.319

Abbildung 19: Milkrun-Konzept¹⁶⁴

Vor- und Nachteile

Durch den Milkrun ergeben sich zahlreiche Vorteile:¹⁶⁵

- Effiziente und ökologisch vorteilhafte Anliefersystematik
- Optimierte Steuerung des Beschaffungsprozesses (Material Flow)
- Anbindung von Just in Time- Konzepten
- Reduzierung von Bestelllosgrößen
- Vermeidung von Umschlagsanlagen
- Reduzierung von Lagerbeständen und Kapitalbindungskosten
- Verbesserte Entsorgungslogistik (Transport von Leergütern, Behältern)
- Erhöhte Anlieferfrequenz und gleichmäßige Auslastung
- Reduktion von Transportzeiten und Transportkosten
- Taktung der Lieferanten durch feste Zeitfenster

Um eine optimale Auslastung zu erzielen, sollten an einem Milkrun zwischen zwei und zehn Lieferanten beteiligt sein. Milkruns eignen sich insbesondere bei Teilladungen, um eine Kombination aus niedrigen Transport- und Bestandskosten zu erreichen. Jedoch können Milkruns nur unter bestimmten Voraussetzungen zum Einsatz kommen, u. a. ist eine stabile Nachfrage, die zu einer konstant hohen LKW Auslastung führt, notwendig. Häufig werden

¹⁶⁴ Abbildung entnommen aus: Wildemann; Niemeyer, o.J., S.3 verfügbar unter http://www.tcw.de/uploads/html/publikationen/aufsatz/files/Logistikkostensenkung_Milkrun_Niemeyer.pdf (06.04.2009)

¹⁶⁵ Wannewetsch, 2006, S.319f.

Milkruns bei C-Teilen eingesetzt. Zudem müssen die vereinbarten Zeitfenster eingehalten werden, um die Versorgungssicherheit und den Ablaufplan nicht zu gefährden. Stabile Lieferprozesse sind hierfür notwendig. Für eine erfolgreiche Umsetzung des Milkrun-Konzepts muss es eine intensive Planung und Koordination geben. Zudem müssen bestimmte Regeln eingehalten werden, neben den zeitlichen Vorgaben durch definierte Liefertage und Zeitfenster, sind dies mengenmäßige Vorgaben, die das maximale Ladevolumen je Lieferant festlegen, damit genug Ladekapazität für die restliche Sammelroute frei bleibt.¹⁶⁶ Neben dem erhöhten Planungsaufwand ist ein weiterer Nachteil das Auftreten von Mehr- oder Mindermengen, wenn Lieferanten nicht abrufgenau liefern.

Aktueller Stand

Die Bündelung von Lieferungen im Rahmen von Milkruns ist bei OEMs unterschiedlich weit verbreitet. Während Milkruns bei japanischen Automobilherstellern schon länger erfolgreich zum Einsatz kommen, fangen europäischen Hersteller erst mit der Anwendung an. Der Grund für die zögerliche Anwendung dieses Konzepts sind die Abrufschwankungen bei europäischen OEMs, die die Planung und Durchführung eines Milkruns erschweren. Wie bereits oben erwähnt, eignen sich Milkruns nur für bestimmte Waren, zudem ist eine optimale Abstimmung zwischen Empfänger und Lieferant notwendig.

Umweltauswirkungen

Der Milkrun eignet sich in bestimmten Bereichen um die Transportmittelauslastung zu steigern und in weiterer Folge den Leerfahrtenanteil zu senken. Dadurch kommt es zu einer Minderung des Gesamtverkehrsaufkommens. Zudem hat der Milkrun auch ökologische Vorteile, so können die Schadstoffausstöße reduziert werden, wenn die durch den Milkrun insgesamt zurückgelegte Wegstrecke niedriger ist als die Summe der einzelnen Wegstrecken bei Direktbelieferungen. Aber auch bei einer insgesamt längeren Wegstrecke kann ein Milkrun sich positiv auf die Umwelt auswirken, und zwar dann, wenn aufgrund der höheren Sendungsvolumen größere Transportmittel eingesetzt werden und damit Transporte eingespart werden können. So können die durch einen Milkrun verursachten Schadstoffausstöße trotz längerer Transportstrecke niedriger sein als bei Direktbelieferung. Ein weiterer ökologischer Vorteil ist die höhere Treibstoffeffizienz. Jedoch ist das Problem

¹⁶⁶ Vgl. Vahrenkamp, 2005, S.224

des Milkruns, dass er nur für bestimmte Waren und bei bestimmten Lieferanten zum Einsatz kommen kann. Auch die hohe LKW-Affinität ist in diesem Zusammenhang als negativ zu bewerten. Aus diesem Grund hat der Milkrun keinen Einfluss auf den Verkehrsträgeranteil, da eine Durchführung mittels Bahn oder Schiff kaum möglich ist. Die Anzahl der Umschläge ist genauso hoch wie beim Direktverkehr und niedriger als bei anderen Bündelungsstrategien.

3.2.3 Gebietsspedition

Bei einem Gebietsspediteur handelt es sich um einen Spediteur, der in einem festgelegten Gebiet die gesamten logistischen Abläufe übernimmt.¹⁶⁷ Die Einschaltung eines Gebietsspediteurs ist dann sinnvoll, wenn ein Unternehmen in einem bestimmten Gebiet zu mehreren Lieferanten Beziehungen unterhält.¹⁶⁸ Der Gebietsspediteur fährt die einzelnen Lieferanten nacheinander an und nimmt solange zusätzlichen Waren auf, bis der LKW voll beladen ist, oder er bündelt diese in einem Auslieferungslager. Dabei kommt es zu Bündelungseffekten und einer Steigerung der Auslastung der Transportmittel. Die Vermeidung von Kleinlieferungen führt zu einer Entlastung des Wareneingangsbereiches und zu einer Senkung der Transportkosten. Der Kunde übernimmt dabei die Zuordnung des Gebietsspediteurs zu den jeweiligen Lieferanten. Zudem regelt der Abnehmer die Prozesse des Zulieferers an der Schnittstelle zum Gebietsspediteur, wie z.B. Anlieferzeitpunkte. Der Abnehmer gibt dem Gebietsspediteur exakte Vorgaben bezüglich der Gestaltung des Informations- und Materialflusses, sowohl bezüglich des Ressourceneinsatzes (z.B.: Transportmittel) als auch hinsichtlich des zu erfüllenden Lieferservices (z.B. Lieferzeiten).¹⁶⁹ Der Spediteur muss sich dabei selbst um die gesamte Tourenplanung kümmern. Zudem muss der Gebietsspediteur in die Informations- und Kommunikationsprozesse zwischen Kunde und Lieferant eingebunden werden.

¹⁶⁷ Vgl. Gleißner; Femerling, 2008, S.155

¹⁶⁸ Vgl. Richter u.a., 1997, S.153

¹⁶⁹ Vgl. Stölzle; Gareis u.a., 2002, S.414

Vor- und Nachteile

Gebietsspediteur	Abnehmer	Zulieferer
<ul style="list-style-type: none"> • Stabile Pläne für Termine und Transportvolumen • Enger Kontakt zwischen Abnehmern und Zulieferern • Wegoptimierung • Langfristige Zusammenarbeit • Sichere Zahlungseingänge • Verringerte Akquisitionsaufwendungen • Festgelegte Aufgabenbereiche • Übernahme von zusätzlichen Funktionen • Hohe Kapazitätsauslastung 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Anzahl von Spediteuren • Geregelte Rückführung von Leergut • Geringere Verkehrsprobleme bei Anlieferung • Vereinfachter Wareneingang • Automatische Datenverarbeitung • Einfachere Terminsteuerung • Schnellere Bereitstellung von Sonderlieferungen • Verlagerung von Routinefunktionen • Geringere Transportkosten • Abgegrenzte Verantwortungsbereiche • Verringerung des Logistikaufwandes 	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerung des Logistikaufwandes • Nähe zum Spediteur • Einfachere Kostenkalkulation • Einfachere Vereinbarung des Bereitstellungszeitpunktes für den Spediteur • Höhere Terminpünktlichkeit • Geregelte Rückführung von Leergut • Verlagerung des Transportrisikos

Tabelle 6: Vorteile des Gebietsspediteur-Konzepts¹⁷⁰

Das Gebietsspediteur-Konzept kommt zum Einsatz, um die Gefahr von Staus in den Entladezonen zu vermeiden. Anstatt vieler LKWs mit Teilladungen kommen nun weniger, aber dafür voll beladene an. So trafen im Mercedes Werk in Kassel zuvor täglich 100 LKWs mit durchschnittlich 6 Tonnen Ladung ein, nach der Umstellung auf das Gebietsspediteur - Konzept trafen nur mehr 20 voll beladene LKWs ein.¹⁷¹

Im Rahmen des Gebietsspediteurs-Konzepts haben die Spediteure oft in der Nähe der Produktionswerke so genannte Auslieferungslager, die eine Versorgung nach dem Just in Time-Prinzip ermöglichen. Dies bietet den Vorteil, dass die Lieferanten diese Lager in

¹⁷⁰ Tabelle entnommen aus: Vahrenkamp, 2005, S.223

¹⁷¹ Vgl. Vahrenkamp, 2005, S.223

einem längeren Zeitrhythmus auffüllen können. Dadurch übernehmen die Spediteure zusätzliche Aufgabenbereiche, wie etwa das Management des Lagers. Bei einer solchen Zusammenarbeit zwischen Abnehmer, Lieferant und Spediteur ist es notwendig, die Verantwortungsbereiche klar zu trennen, dazu zählen Aspekte wie die Lagerkosten oder die Verantwortlichkeit für die Höhe der Bestände. Auch beinhaltet die Übertragung derartiger Verantwortung eine langfristige Bindung der Partner, die bei schlechter Dienstleistungsqualität des Spediteurs nur durch langwierige Verhandlungen wieder beseitigt werden können. Ein Wechsel des Spediteurs ist nur schwer möglich.

Aktueller Stand

Das Konzept des Gebietsspediteurs kommt vor allem bei Industrieunternehmen zum Einsatz, die große Mengen an Materialien von einer hohen Anzahl von Lieferanten beziehen. Dabei sind die anfallenden Mengen je Zeitintervall durch die einzelnen Lieferanten jedoch zu gering, um eine hohe Auslastung bei Direktverkehren zu erreichen. Des Weiteren existieren regelmäßige Lieferintervalle zwischen den Unternehmen, so dass der Gebietsspediteur gleichmäßig ausgelastet ist. Stark verbreitet ist das Konzept in der Automobilindustrie.

Umweltauswirkungen

Die Umweltauswirkungen des Gebietsspediteur-Konzeptes entsprechen denen des Milkruns.

3.2.4 Ansätze zur Lösung des „Letzte Meile“-Problems

Expressdienstleister und Paketzusteller stehen in einem sehr wettbewerbsintensiven Markt und unter einem enormen Kostendruck. Verschärft wird dies durch das Problem der „letzten Meile“, der Anlieferung an die Haustür des Kunden, der oftmals zur Anlieferungszeit nicht zu Hause ist und dadurch mehrere Zustellversuche und damit zusätzliche Kosten verursacht.¹⁷²

Betrachtet man die Logistikkosten, so macht die Zustellung zum Kunden den Hauptkostenblock aus, dies ist einerseits auf die geringe Anzahl der zugestellten Pakete pro Stopp und andererseits auf die personal- und zeitintensive Zustellung zurückzuführen. Aus Umweltsicht ist die „letzte Meile“ insofern problematisch, als hier oftmals unnötige Strecken

¹⁷² Vgl. Arnold u.a., 2008, S.532

gefahren werden, und zwar in den Fällen, in denen der Abnehmer nicht zu Hause und die Zustellung damit nicht erfolgreich ist. Zudem werden aufgrund der Fahrten der Empfänger zu den jeweiligen Abholstationen zusätzliche Verkehre verursacht. Die Zahl der erfolglosen Zustellversuche hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Einerseits aufgrund demographischer Entwicklungen, so nimmt die Zahl der Single-Haushalte zu, andererseits aufgrund der rasanten Entwicklung des E-commerce und der damit gestiegenen Anzahl an Hauszustellungen.¹⁷³

In den letzten Jahren wurden einige Methoden zur Lösung des Problems der „letzten Meile“ entwickelt. Neben Lieferzeitfenstern und Belieferung an alternativen Orten, wie z.B. dem Arbeitsplatz werden bei einem Großteil der Konzepte, wie z.B. Pick-up-Points, die Warenströme in der Nähe der Kunden gebündelt und an geeigneten Lokationen (frequentierte Plätze oder Gebäude) zur Verfügung gestellt.¹⁷⁴ Durch die Selbstabholung können auch die Logistikkosten der „letzten Meile“ gesenkt werden.

Vor- und Nachteile

Alle im vorigen Absatz genannten Methoden reduzieren die Anzahl der Pakete, die an den Versender zurückgehen, weil der Kunde die Ware nicht übernehmen konnte. Zudem müssen Pakete nicht beim Nachbarn abgegeben werden. Des Weiteren werden die Kosten der letzten Meile gesenkt.

¹⁷³ Vgl. <http://www.dhl-discoverlogistics.com/cms/de/course/technologies/reinforcement/first.jsp> (15.05.2009)

¹⁷⁴ Vgl. Arnold u.a., 2008, S.532

Konzept	Vorteile	Nachteile
Lieferzeitfenster	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Conveniencefaktor 	<ul style="list-style-type: none"> • Teure Logistik • Peaktime- Konflikt mit übrigem Verkehr
24h-Rezeption	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Conveniencefaktor • Keine Bindung an Öffnungszeiten und keine langen Wartezeiten bei der Abholung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Betriebskosten
Belieferung am Arbeitsplatz	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Conveniencefaktor 	<ul style="list-style-type: none"> • Widerstand seitens der Unternehmen
Selbstabholung	<ul style="list-style-type: none"> • Geringer Aufwand für Anbieter • Zeitautonomie für Kunden 	<ul style="list-style-type: none"> • Niedriger Conveniencefaktor • Kaum Vorteil zu normalem Einkauf
Pick-Up-Points	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Bindung an Öffnungszeiten und keine langen Wartezeiten bei der Abholung • Möglichkeit zum Versand von Sendungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Investitions- und Betriebskosten • Können nur von den jeweiligen Logistikdienstleistern und deren Kunden genutzt werden

Tabelle 7: Alternative Lösungsansätze "Letzte Meile"¹⁷⁵

Aktueller Stand

Die Lösungsansätze des „Letzte Meile“-Problems sind relativ neu und wurden in den letzten Jahren, aufgrund des starken Wachstums beim Online-Handel, von Paketzustellungen und der steigenden Anzahl von Retouren, entwickelt. Viele Zustellunternehmen haben in den letzten Jahren erfolgreiche Pilotprojekte und Testläufe gestartet. So hat die deutsche Post ca. 900 Paketboxen deutschlandweit installiert.¹⁷⁶ Allerdings ist man von einer flächendeckenden Verbreitung der verschiedenen Lösungsansätze entfernt, dies ist hauptsächlich auf die oben erwähnten Nachteile zurückzuführen. Hemmend wirkt sich zudem die große Anzahl an Zustellunternehmen aus, da einige Lösungsansätze wie z.B. Pick-Up-Points nur von einem Dienstleister und dessen Kunden benutzt werden können. Kooperationen in diesem Bereich würden sich bei der Verbreitung sehr positiv auswirken. Es ist anzunehmen, dass mit einer weiteren Zunahme des Sendungsaufkommens immer mehr Unternehmen Lösungen anbieten

¹⁷⁵ In Anlehnung an Gregori, 2003, S.14

¹⁷⁶ Vgl. <http://www.dhl-discoverlogistics.com/cms/de/course/technologies/reinforcement/first.jsp> (15.06.2009)

werden und es dabei verstärkt zu Kooperationen kommen wird, um einerseits die eigenen Kosten zu senken und andererseits die Kundenzufriedenheit zu erhöhen. Für Industrieunternehmen bieten sich insbesondere Lieferzeitfenster an, um Staus bei der Warenannahme zu verhindern.

Umweltauswirkungen

Betrachtet man die Umweltauswirkungen, so können Konzepte zur Lösung des „Letzte Meile“-Problems zu einer Reduzierung des Verkehrsaufkommens führen. So wären mehrmalige Zustellversuche nicht notwendig und unnötige Fahrten würden wegfallen. Auch kann der Treibstoffverbrauch gesenkt werden, da weniger Stopps auf einer Tour notwendig sind. Zudem können eventuell größere Fahrzeuge eingesetzt und die Auslastung gesteigert werden. So kann die Treibstoffeffizienz erhöht und der Schadstoffausstoß gesenkt werden. Auf den Verkehrsträgeranteil und die Anzahl der Umschläge hat dieses Konzept jedoch keine Auswirkungen.

3.3 Unternehmenskooperationen

3.3.1 Speditionskooperation

In der Transportbranche gab es in den letzten Jahren einen enormen Strukturwandel. Die Globalisierung sowie die Liberalisierung der Märkte und die steigenden Anforderungen seitens der Kunden stellten die Transportunternehmen vor neue Herausforderungen. Die Unternehmen sind einem zunehmenden Innovationsdruck ausgesetzt und aufgrund des verschärften Wettbewerbs wird nach immer neuen Möglichkeiten gesucht, die Kosten- bzw. Wettbewerbssituation zu verbessern. Ein Ansatzpunkt zur verbesserten Nutzung von Ressourcen und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit sind Unternehmenskooperationen. Einerseits ist es möglich leichter auf die geänderten Anforderungen zu reagieren, andererseits wird versucht leistungsfähiger zu werden. Insbesondere für mittelständische Transportunternehmen ist eine Kooperation oft die einzige Möglichkeit um sich gegen die Großunternehmen zu behaupten.¹⁷⁷ Jedoch bringen solche Kooperationen auch neue Probleme und Herausforderungen mit sich, insbesondere im Bereich der Koordination und Kommunikation.

¹⁷⁷ Vgl. Kremer, 2000

Vorteile¹⁷⁸

Kooperationen haben oft eine Vielzahl von Zielen und Vorteilen, diese betreffen nicht nur die Kostensenkung oder die Verminderung von Risiken. Kostenvorteile können sich aufgrund verschiedenster Faktoren ergeben, wie etwa durch gemeinsamen Einkauf von Betriebsmitteln, durch gemeinsames Marketing oder durch die Nutzung einer gemeinsamen Infrastruktur. Zudem verfügen die jeweiligen Kooperationspartner in der Regel über unterschiedliches Know-how in diversen Bereichen, wovon der andere Partner profitieren kann. Dies kann z. B. zu einer Reduktion der Marktzugangszeit bei der Erschließung neuer Märkte führen, da in vielen Fällen auf das Know-how des Partners zurückgegriffen werden kann.

Des Weiteren können insbesondere Klein- und Mittelbetriebe durch eine Kooperation ihren Aktionsraum aufgrund der höheren Kapazitäten erweitern und eventuell neue Märkte erschließen bzw. größere Projekte und Aufträge durchführen. Auch kann durch eine Kooperation das Risiko bei der Einführung neuer Dienstleistungen oder die Erschließung neuer Märkte reduziert werden, da dieses auf die beteiligten Unternehmen aufgeteilt wird.

Nachteile¹⁷⁹

Neben den Vorteilen von Unternehmenskooperationen gibt es auch eine Reihe von Hindernissen und Nachteilen. Eine Unternehmenskooperation, unabhängig in welchem Bereich, erfordert einen hohen Koordinations-, Planungs- und Steuerungsaufwand. Im Falle einer Kooperation bleiben die beteiligten Unternehmen rechtlich selbstständig, verfolgen jedoch eine gemeinsame Strategie. Hierfür müssen vor einer Zusammenarbeit wesentliche Aspekte, wie die Ziele, Anforderungen an die Zusammenarbeit, Prozesse zur Entscheidungsfindung oder die Qualitätskontrolle, abgeklärt werden. All dies ist relativ aufwendig und kostet Arbeitszeit, zudem erhöhen sich die organisatorischen Anforderungen an die beteiligten Unternehmen, da die Aktionen mehrerer Beteiligter koordiniert und abgestimmt werden müssen. Durch die verlängerten Kommunikationswege und die höhere Anzahl an Beteiligten und Entscheidungsträgern kommt es zu Verzögerungen in der Entscheidungsfindung.

Des Weiteren erfordert die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen den Aufbau von Vertrauen zwischen den Beteiligten. Außerdem kommt es zur Preisgabe von

¹⁷⁸ Vgl. Kremer, 2000, S.65ff.

¹⁷⁹ Vgl. Kremer, 2000, S.71ff.

unternehmenseigenem Wissen, von Strategien und Erfahrungen. Dadurch können Wettbewerbsvorteile gegenüber dem Partner verloren gehen, auch werden meistens Kundenbeziehungen offen gelegt und die Gefahr von Abwerbungen von Kunden nach der Zusammenarbeit besteht. All dies kann zu einer Instabilität der Partnerschaften führen.

Durch eine Kooperation wird ein Teil der Selbstständigkeit eines Unternehmens aufgegeben, so kann ein eigenständiges Unternehmen einen Auftrag ablehnen, wenn der erwartete Gewinn zu niedrig ist, in einer Kooperation muss jeder Auftrag durchgeführt werden, da eventuell der Partner einen Kunden verliert. Oftmals ist es auch notwendig, dass die beteiligten Unternehmen ein gemeinsames Erscheinungsbild nach außen pflegen und damit die eigene Identität aufgeben. Besonders bei Klein- und Mittelbetrieben kann dies zu Problemen führen, da diese oft inhabergeführt sind.

Aktueller Stand

Aufgrund der steigenden Anforderungen an Speditionen und den immer härter werdenden Wettbewerbsbedingungen kommt es verstärkt zu einer Kooperation von Speditionsunternehmen. Hier sollte angemerkt werden, dass Kooperationen hauptsächlich zwischen mittelständischen Unternehmen stattfinden, die versuchen ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.¹⁸⁰ Dagegen gehen größere Unternehmen meist keine Kooperationen ein, sondern übernehmen eher Klein- und Mittelunternehmen. Aufgrund der Struktur des Transportmarktes mit vielen Klein- und Mittelbetrieben ist mit einer Zunahme von Kooperationen zu rechnen. Jedoch ist zu erwähnen, dass in diesem Bereich Grenzen existieren, so wird z.B. an einem bestimmten Punkt die Marktsättigung erreicht sein. Einerseits kann die Bedienung des Marktes nicht unbegrenzt ausgebaut werden, andererseits ist die Partnersuche beschränkt.¹⁸¹ So können Unternehmen nicht wahllos miteinander kooperieren, Faktoren wie Unternehmensgröße oder Tätigkeitsfelder müssen harmonieren. Zudem gibt es die bereits oben erwähnten Probleme, die Unternehmen von einer Kooperation abschrecken. Eine spezielle Form von Kooperationen zwischen Speditionen sind City-Logistik-Konzepte, die zur Reduktion des städtischen Güterverkehrs führen sollen. Auf dieses Konzept wird im Kapitel 3.3.4 noch näher eingegangen.

¹⁸⁰ Vgl. Kremer, 2000, S.47ff.

¹⁸¹ Vgl. Kremer, 2000, S.74

Umweltauswirkungen

Durch Kooperationen können Transporte gebündelt, und damit die Auslastung gesteigert sowie der Leerfahrtenanteil verringert werden. Damit kann das Gesamtverkehrsaufkommen und auch die Schadstoffemissionen reduziert werden. Zudem kommt es zu einer Steigerung der Treibstoffeffizienz und eventuell zum Einsatz größerer Fahrzeuge. Durch die Kooperationen und die Bündelungen kann es zu einer höheren Zahl von Umschlagvorgängen kommen. Auf den Verkehrsträgeranteil hat dieses Konzept bisweilen geringen Einfluss, jedoch ist es möglich, dass aufgrund der höheren Transportvolumen alternative Verkehrsträger wie Bahn oder Schiff als ökonomisch sinnvolle Alternativen zum LKW verstärkt zum Einsatz kommen.

3.3.2 Kooperationen bei der Distributionslogistik

Viele Zulieferunternehmen, insbesondere Klein- und Mittelunternehmen, sehen sich einem enormen Konkurrenzdruck ausgesetzt, vor diesem Hintergrund wird die Qualität der Distributionslogistik zu einem strategischen Erfolgsfaktor.¹⁸² Zudem steigen die Transportkosten und die Unternehmen sind dazu gezwungen alternative, unternehmensübergreifende Strategien und Lösungen zu entwickeln. Ein gutes Beispiel ist hierfür die Lebensmittelindustrie, da sowohl für die Produktion als auch die Distribution von Lebensmitteln und Vorprodukten umfangreiche logistische Leistungen (insbesondere Transporte) zu erbringen sind. Neben der Beschaffung von Rohstoffen und Vorprodukten ist vor allem die Distribution von besonderer Bedeutung. In der Regel übernimmt der jeweilige Produzent die jeweiligen Leistungen hauptsächlich allein, betrachtet man dies jedoch genauer, so wird ersichtlich, dass alle Produzenten Teil eines übergeordneten Netzwerkes sind. Vor allem aber bei der Distribution werden oftmals dieselben Kunden angefahren. Zudem herrscht in der Lebensmittelindustrie ein harter Wettbewerb, und der Anteil der Logistikkosten an den Gesamtkosten ist um ein Vielfaches höher als in anderen Branchen.¹⁸³ In diesem Umfeld wurden einige Kooperationen im Bereich der Distributionslogistik ins Leben gerufen und versucht die Transportkosten zu senken, ein Beispiel wäre das Projekt foodRegio in Norddeutschland.¹⁸⁴ Aufgrund der hohen Bedarfsschwankungen und der teilweise großen Entfernungen hatten die Unternehmen mit niedrigen Auslastungen und hohen

¹⁸² Vgl. Pankratz; Steinlein, 2008, S.163

¹⁸³ Vgl. Koch, 2006

¹⁸⁴ Vgl. <http://www.foodregio.de/> (22.04.2009)

Distributionskosten zu kämpfen. Die getrennte Belieferung derselben Kunden wurde abgeschafft und die Teilladungen zu gemeinsamen Sendungen gebündelt.

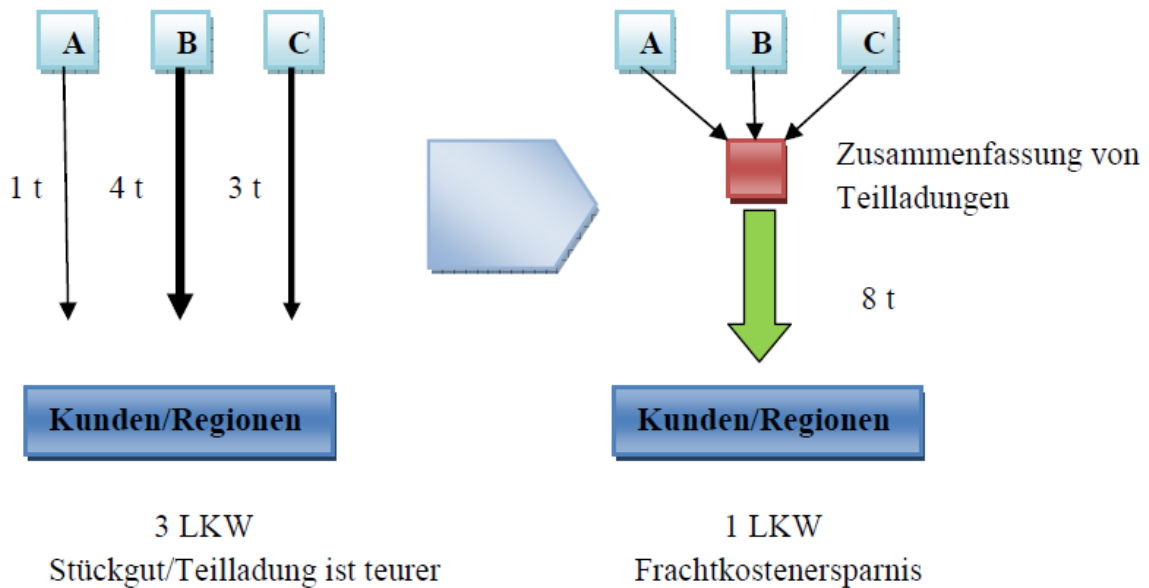


Abbildung 20: Beispiel von Unternehmenskooperationen im Bereich der Distribution¹⁸⁵

Jedoch müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein, damit solche Kooperationen erfolgreich sind. Einerseits muss eine offene Kommunikation zwischen den Beteiligten existieren und eine Vertrauensbasis aufgebaut werden. Hierzu müssen Berührungspunkte abgebaut und eventuell die Organisation an eine neutrale Instanz abgegeben werden. Zudem muss eine Möglichkeit gefunden werden, Kosten und Leistungen transparent darzustellen und den Kooperationsgewinn gerecht zwischen den Partnern zu verteilen. Des Weiteren sollten die beteiligten Unternehmen gleiche oder ähnliche Zielvorstellungen haben.¹⁸⁶ Auch ist eine solche Zusammenarbeit oftmals nur zwischen Unternehmen möglich, die zueinander in keinem direkten Konkurrenzverhältnis stehen, z.B. Bäcker und Getränkehersteller.

Vorteile¹⁸⁷

- Reduzierung der Transportkosten
- Höhere Zuverlässigkeit in der Kundenbelieferung
- Reduzierung des Handlings bei der Anlieferung

¹⁸⁵ In Anlehnung an http://www.foodregio.de/index.php?getfile=praxisforum_logistik_koch.pdf (07.04.2009)

¹⁸⁶ Vgl. Berg, 2006

¹⁸⁷ Vgl. Berg, 2006 und Bahrami, 2003

Nachteile¹⁸⁸

- Höherer Organisationsaufwand
- Höhere Anforderungen an das Informationsmanagement
- Zusätzlicher Umschlag notwendig

Aktueller Stand

Kooperationen im Bereich der Distributionslogistik sind zurzeit selten vorzufinden. Einige erfolgreiche Beispiele sind das Projekt foodRegio in Leipzig oder PharmaLog, eine Kooperation mehrerer Pharmaunternehmen. Problematisch wirkt sich in diesem Bereich die Kooperation mit direkten Konkurrenten aus sowie das bereits angesprochene Problem, Kosten und Leistungen transparent darzustellen, und die Einsparungen unter den Partnern gerecht aufzuteilen. Jedoch kann auch hier mit einer Zunahme der Kooperationen gerechnet werden, da auf die zunehmende Verkehrsbelastung und den steigenden Kostendruck entsprechend reagiert werden muss. Insbesondere für Unternehmen, die in keinem direkten Konkurrenzverhältnis stehen, bietet diese Kooperationsform erhebliche Vorteile. Jedoch müssen die oben genannten Voraussetzungen zunächst erfüllt werden.

Umweltauswirkungen

Kooperationen im Bereich der Distributionslogistik führen zu einer Steigerung der Auslastung und einer Reduzierung des Leerfahrtenanteils aufgrund der Verdichtung des Güterstromes. Zudem nehmen das Gesamtverkehrsaufkommen und damit auch die Umweltbelastungen ab. Ein weiterer Vorteil ist, aufgrund der höheren Liefervolumen, die Möglichkeit auf größere Transportmittel zurückzugreifen und damit einerseits Kostenvorteile zu lukrieren und andererseits Emissionen weiter zu senken. Auf den Verkehrsträgeranteil hat dieses Konzept keinen Einfluss. Durch die Kooperationen und die Bündelungen kann es zu einer höheren Zahl von Umschlagvorgängen kommen.

¹⁸⁸ Vgl. Berg, 2006 und Bahrami, 2003

3.3.3 Unternehmens- und prozesskettenübergreifende Steuerung

Bisher wurde hauptsächlich auf horizontale Kooperationen (Zusammenarbeit gleicher und ähnlicher Unternehmen) eingegangen. Um jedoch alle Einsparungspotentiale zu realisieren ist eine ganzheitliche Betrachtung aller Prozesse, vom Rohstofflieferanten bis zum Endkunden, über das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk notwendig. Dies ist der Grundgedanke des Supply Chain Management (SCM). *Supply Chain Management kann definiert werden als die integrierte prozessorientierte Planung und Steuerung der Waren-, Informations- und Geldflüsse entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Rohstofflieferanten bis hin zum Konsumenten, mit den Zielen der Verbesserung, der Kundenorientierung, der verbesserten Synchronisierung der Versorgung mit dem Bedarf, der Flexibilisierung und bedarfsgerechten Produktion sowie dem Abbau der Bestände entlang der Wertschöpfungskette.*¹⁸⁹ Durch die Abnahme der Wertschöpfungstiefe sind immer mehr Unternehmen an der Wertschöpfung beteiligt, deren Zusammenarbeit koordiniert werden muss um die Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten. Dabei werden im Rahmen der vertikal-kooperativ orientierten Zusammenarbeit im Bereich der Logistik auch ökologische und ökonomische Einsparungspotentiale betrachtet.¹⁹⁰ Im Laufe der letzten Jahre wurden zahlreiche Konzepte zur Planung und Steuerung entwickelt, wie beispielsweise Vendor Managed Inventory (VMI), bei dem der Lieferant die Verantwortung für die Bestände seiner Produkte beim Kunden übernimmt.

Vor- und Nachteile¹⁹¹

Das Ziel ist es, durch transparente Informationen, verstärkte Zusammenarbeit sowie die Ausrichtung auf ein gemeinsames Ziel die Effizienz der Lieferkette zu steigern. Supply Chain Management bietet die Möglichkeit Kosten-, Zeit- und Qualitätsvorteile nicht nur für ein einzelnes Unternehmen, sondern entlang der gesamten Lieferkette zu realisieren. Kosten können gesenkt werden durch die Verringerung von Beständen an Rohmaterial oder Produkten, da durch den verbesserten Informationsaustausch Unsicherheiten bezüglich Nachfragemenge, Lieferzeit und Produktqualität verringert werden. Gleichzeitig wird die Produktverfügbarkeit erhöht, da die Genauigkeit der Bedarfs- und Bestellprognosen gesteigert wird. Aufgrund der koordinierten Planungsprozesse erhöht sich die Planungssicherheit und Redundanzen in den Prozessen werden eliminiert, was wiederum mit Kosteneinsparungen verbunden ist. Zeiteinsparungen lassen sich z.B. durch verstärkte Zusammenarbeit in der

¹⁸⁹ Kuhn; Hellingrath, 2002, S.10

¹⁹⁰ Vgl. Arnold u.a., 2008, S.997

¹⁹¹ Vgl. Arnold u.a., 2008, S.477ff.

Produktentwicklung erhöhen. Qualitätsvorteile ergeben sich dadurch, dass die Qualitätssicherung zum gemeinschaftlichen Ziel der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit wird.

Problematisch bei einer unternehmens- und prozesskettenübergreifenden Steuerung ist die hohe notwendige Kooperationsbereitschaft der Unternehmen. Zudem werden Partnerschaften im Rahmen des SCM langfristig ausgelegt, was zu einer hohen wechselseitigen Abhängigkeit der beteiligten Unternehmen führt. Des Weiteren kann es verstärkt zu Interessenskonflikten und Abstimmungsproblemen zwischen den Partnern kommen. Je höher die Anzahl der beteiligten Unternehmen ist, desto größer ist das Risiko. Auch müssen teilweise unternehmensinterne Prozesse offen gelegt werden. Um einen reibungslosen Informationsaustausch zu ermöglichen, müssen leistungsfähige Informationssysteme vorhanden sein, deren Implementierung teilweise mit hohen Kosten verbunden ist.

Aktueller Stand

Die Verbreitung von Supply Chain Management ist in den verschiedenen Branchen unterschiedlich weit fortgeschritten. Vor allem in der Automobilindustrie kommt es verstärkt zum Einsatz. Interessanter ist die Verbreitung des Umweltschutzes im SCM. Im klassischen SCM werden Umweltbelange nur beiläufig beachtet, z.B. im Zusammenhang mit der Einhaltung von gesetzlichen Vorgaben. Darüber hinaus wird die Berücksichtigung von Umweltzielstellungen und -aufgaben vom SCM allerdings nicht explizit gefordert oder unterstützt.¹⁹² In den letzten Jahren wurden Pilotprojekte unter dem Schlagwort „Green Supply Chain Management“ gestartet, um verstärkt Umweltbelange ins SCM zu integrieren. Derartige Projekte bilden jedoch die Ausnahme, dies kann auf die geringe Nachfrage nach nachhaltigen bzw. umweltverträglichen Produkten erklärt werden.¹⁹³ Der externe Anreiz für die Bildung einer umweltfokussierten Supply Chain-Kooperation ist daher gering.

Umweltauswirkungen

Durch die verbesserte Planung und den verbesserten Informationsaustausch kann eine Auslastungssteigerung erreicht werden. Dies führt zu einer Senkung des Leerfahrtenanteil und einer Reduzierung des Gesamtverkehrsaufkommens und der Schadstoffemissionen. Des Weiteren kommt es durch frühzeitige Information über künftige Transportlasten zu einer

¹⁹² Vgl. Sommer, 2007, S.84

¹⁹³ Vgl. Sommer, 2007, S.107

Vermeidung von Sonderfahrten und es werden Transportbündelungen ermöglicht. Eine höhere Auslastung führt eventuell zur Nutzung alternativer Verkehrsträger bzw. zu intermodalem Verkehr. Zudem verbessert sich die Treibstoffeffizienz aufgrund der höheren Auslastung.

3.3.4 City Logistik

Durch die Zunahme des Straßenverkehrs in den letzten Jahren, insbesondere in städtischen Ballungszentren und den damit verbundenen negativen Effekten, wie Lärmbelastung, Abgasentwicklung oder Überlastung der Infrastruktur, wurde immer wieder nach neuen Konzepten gesucht, um die Verkehrsbelastung zu reduzieren. Unter City Logistik werden alle operativen und dispositiven Maßnahmen verstanden, *die sich auf die bedarfsgerechte und umweltverträgliche, auf Art, Menge, Zeit, Raum und Umweltfaktoren abgestimmte, effiziente Bereitstellung von Realgütern in einer Stadt beziehen.*¹⁹⁴ Der Begriff City Logistik wird als Sammelbegriff für eine Vielzahl von Maßnahmen gesehen, die den städtischen Güterverkehr beeinflussen, den Lieferservice dabei verbessern und das Verkehrsaufkommen reduzieren sollen. Eines der Ziele der City Logistik ist die Sicherung von Warenströmen durch eine Sendungs- und Tourenverdichtung im Rahmen von Kooperationen im Distributionsbereich bzw. zwischen Speditionsunternehmen.¹⁹⁵ Eine Tourenverdichtung erfolgt durch die Zusammenlegung und Neuplanung von sich bisher überlappenden Touren zweier oder mehrerer Spediteure, so dass sich die Touren nicht mehr überschneiden.

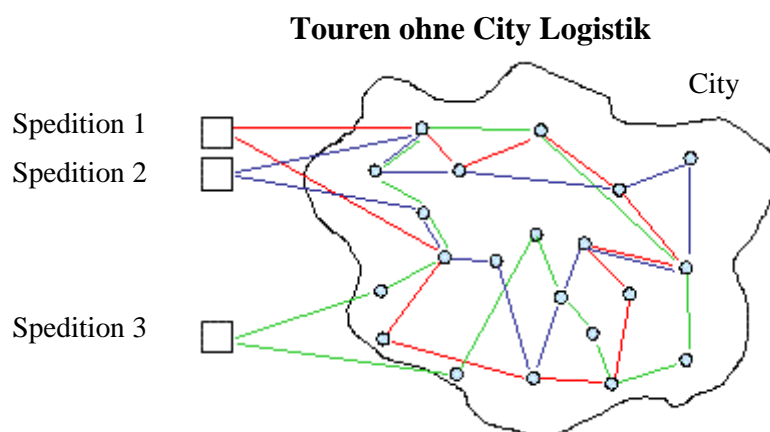


Abbildung 21: Touren ohne City Logistik¹⁹⁶

¹⁹⁴ Thoma, 1995, S.56

¹⁹⁵ Vgl. Oexler, 2002, S.58f.

¹⁹⁶ Abbildung entnommen aus: <http://www.wiwi.uni-augsburg.de/en/bwl/fleischmann/projekte/citylog/> (22.03. 2009)

City Logistik vom Güterverkehrszentrum aus

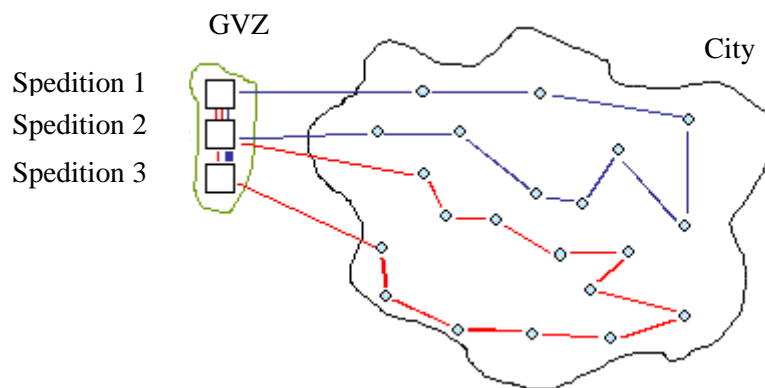


Abbildung 22: City Logistik vom Güterverkehrszentrum aus¹⁹⁷

Durch die Neuplanung der Touren kommt es zu getrennten Touren, zudem werden die Distanzen zwischen den Empfängern verringert. Bei einer Sendungsverdichtung werden bestimmten Sendungen für einen Empfänger zusammengefasst und zusammen ausgeliefert. Dadurch kommt es zu weniger Stopps auf einer Tour und die Fahrzeugauslastung ist höher.

Vor- und Nachteile¹⁹⁸

Durch City Logistik Konzepte kommt es, aufgrund einer höheren Auslastung und weniger Leerfahrten zu einer Abnahme der Lieferfahrzeuge im Orts- und Stadtverkehr. Ein weiterer Vorteil ist, dass Umschlagvorgänge nur einmal pro Kunde durchgeführt werden müssen. Für die Kunden, die von Speditionen angeliefert werden, reduziert sich die Zahl der täglichen Lieferungen und dadurch die Arbeit bei der Warenannahme. Für die kooperierenden Transportunternehmen ergeben sich Synergieeffekten. In weiterer Folge soll dadurch die Umweltbelastung reduziert und die Lebensqualität in der Stadt erhöht werden.

Ein Problem ist die Angst vieler Transportunternehmer durch die Zusammenarbeit mit Konkurrenzunternehmen, eigene Wettbewerbsvorteile zu verlieren. Hier sei auf die bereits erwähnten Probleme von Unternehmenskooperationen verwiesen. Zudem kommt es zu

¹⁹⁷ Abbildung entnommen aus: <http://www.wiwi.uni-augsburg.de/en/bwl/fleischmann/projekte/citylog/> (22.03.2009)

¹⁹⁸ Vgl. Vahrenkamp, 2005, S.413ff.

Zeitverlusten beim Umladen, auch können nicht beliebige Waren miteinander ausgeliefert werden.

Aktueller Stand

In den 1990er Jahren wurde einige Projekte zur City Logistik geplant, jedoch nur wenige realisiert. Viele Projekte sind in der Planung und Konzeption geblieben, einige wurden nach Auslaufen der staatlichen Förderung beendet. Des Weiteren blieben die realisierten Projekte hinter den Erwartungen zurück, was hauptsächlich an den Interessenskonflikten zwischen den beteiligten Unternehmen liegt. Trotzdem ist das Thema City Logistik immer noch Gegenstand einiger EU-Projekte.¹⁹⁹

Umweltauswirkungen

City Logistik Konzepte sollen durch Zusammenarbeit von verschiedenen Unternehmen den Güterverkehr in der Stadt verringern. Der Verkehr soll mittels einer koordinierten Tourenplanung reduziert und eventuell auf andere Verkehrsträger verlagert werden. Dabei kommt es zu einer Auslastungssteigerung, einer geringeren Anzahl von Leerfahrten und einer Abnahme des Verkehrsaufkommens in städtischen Ballungszentren. Zudem kommt es zu einer Steigerung der Treibstoffeffizienz und einer Reduktion von Schadstoff- und Lärmemissionen.

4 Ansätze bei den Transportmitteln

4.1 Kombiniertes Verkehr

Im Zusammenhang mit dem kombinierten Verkehr werden die Begriffe multimodaler oder auch intermodaler Verkehr oft synonym verwendet, deshalb sollte zu Beginn eine Erläuterung der verschiedenen Begriffe erfolgen. Bei multimodalen Verkehren findet der Ortswechsel unter Verwendung von mindestens zwei unterschiedlichen Verkehrsträgern statt.²⁰⁰ *Intermodaler Verkehr bezeichnet den Transport von Gütern in ein und derselben Ladeinheit oder demselben Straßenfahrzeug mit zwei oder mehreren Verkehrsträgern, wobei ein Wechsel*

¹⁹⁹ Vgl. Arnold u.a., 2008, S.17

²⁰⁰ Vgl. Haasis, 2008, S.115

*der Ladeinheit, aber kein Umschlag der transportierten Güter selbst erfolgt.*²⁰¹ Wesentliches Merkmal ist, dass das Gut selbst nicht umgeschlagen wird, sondern nur die Ladeinheit und mindestens zwei verschiedene Verkehrsträger zum Einsatz kommen. Unter einem kombinierten Verkehr versteht man einen intermodalen Verkehr, bei dem der Großteil der Strecke mit Bahn oder Schiff zurückgelegt wird und Vor- bzw. Nachlauf auf der Straße möglichst kurz gehalten werden.²⁰² Jedoch werden die drei Begriffe auch synonym verwendet, ohne dass eine Unterscheidung getroffen wird. Ziel ist es, durch den kombinierten Verkehr die Stärken der einzelnen Verkehrsträger optimal zu nutzen und in weiterer Folge den Straßenverkehr zu entlasten. Die häufigste Form des kombinierten Verkehrs ist die Kombination Straße-Schiene. Bei allen Kombinationen ist das Ziel den Transportanteil auf der Straße so niedrig wie möglich zu halten und damit in weiterer Folge die negativen Umweltauswirkungen auf ein Minimum zu beschränken. Zudem kommt es durch eine niedrigere Straßenbelastung zu einer Verringerung der Instandhaltungskosten des Straßennetzes.²⁰³ Dabei übernimmt der LKW den Vor- bzw. den Nachlauf, da hier die Flexibilität und die Fähigkeit zur Flächenerschließung von Bedeutung sind, während der Hauptlauf, wo die Massenleistungsfähigkeit eine Rolle spielt, mittels Bahn oder Schiff erfolgt.²⁰⁴

Arten des kombinierten Verkehrs

Im kombinierten Verkehr kann entweder ein komplettes Fahrzeug auf einem Trägerfahrzeug eines anderen Verkehrsträgers transportiert werden oder spezielle Ladeeinheiten werden von einem auf einen anderen Verkehrsträger umgesetzt und dann weiter transportiert.²⁰⁵ Der kombinierte Verkehr lässt sich in verschiedene Kategorien unterteilen. Dabei unterscheidet man zwischen:²⁰⁶

- Kombiniertem Containerverkehr
- Roll-on /Roll-off (Ro/Ro)-Verkehr
- Lash Verkehr
- Huckepackverkehr mit den Varianten:

²⁰¹ Haasis, 2008, S.115

²⁰² Vgl. Haasis, 2008, S.115

²⁰³ Vgl. Arnold u.a., 2008, S.734

²⁰⁴ Vgl. Düsseldorf u.a., 2002, S.70

²⁰⁵ Vgl. Arnold u.a., 2008, S.734

²⁰⁶ Vgl. Gleißner; Femerling, 2008, S.70

- Rollende Landstraße (RoLa)
- Transport von Sattelanhängern
- Transport von Wechselbehältern

Vor- und Nachteile

Grundsätzlich müssen die Zeit- und Kostennachteile, die aufgrund der zusätzlichen Umschlagsvorgänge entstehen, durch den Hauptlauf kompensiert werden. Der kombinierte Verkehr ist umso umweltschonender, je geringer die zurückgelegte Strecke mittels LKW ist. Der kombinierte Verkehr bietet folgende Vorteile:²⁰⁷

- Durch die Kombination von Verkehrsträgern können energie- und umweltfreundlichere Transportverfahren eingesetzt werden.
- Langstreckentransporte können mittels Bahn oder Schiff erfolgen, während für den Vor- und Nachlauf auf LKWs zurückgegriffen werden kann.
- Durch die Verwendung von Behältern können allgemein die Verpackungskosten reduziert werden, insbesondere für die Schifffahrt.
- Durch die Verwendung von standardisierten Ladeeinheiten und Behältern können Umschlagkosten und die Umschlagzeit im Vergleich zur Einzelbehandlung von Packstücken, Säcken oder Paletten verringert werden.

Für eine wirtschaftlich erfolgreiche Anwendung des kombinierten Verkehrs ist vor allem eine technische Integration der unterschiedlichen Verkehrssysteme notwendig.²⁰⁸ Dies erfolgt insbesondere durch die Verwendung von standardisierten Ladebehältern, mit deren Hilfe die Umschlagvorgänge effizient gestaltet werden können. Ein weiterer entscheidender Punkt ist die Erreichung der für die einzelnen Verkehrsträger kritischen Massen und Sendungsgrößen.²⁰⁹ Zudem sollten auch die Umschlaggeräte technisch abgestimmt werden. Des Weiteren ist eine organisatorische Abstimmung notwendig, um die Transporte über alle Verkehrsträger hinweg zu steuern. Dabei müssen der Informationsaustausch koordiniert bzw. die Fahrpläne, Ankunfts- und Abfahrtszeiten aufeinander abgestimmt werden.

²⁰⁷ Vgl. Aberle, 2000, S.21

²⁰⁸ Vgl. Düsseldorf u.a., 2002, S.68

²⁰⁹ Vgl. Benschel, 2008, S.223

Die Gründe für den Einsatz des kombinierten Verkehrs sind vielfältig. Ökonomische und ökologische Überlegungen spielen eine Rolle bei der Entscheidung, ob der Transport ohne Wechsel eines Verkehrsträgers erfolgen kann oder mehrere miteinander verknüpft werden. Der Einsatz des kombinierten Verkehrs ist manchmal allerdings zwingend notwendig, z.B. bei Überseetransporten oder wenn der Empfänger bzw. der Versender sich nicht direkt am Hafen befindet oder keinen Bahnanschluss besitzt.

Aktueller Stand

Das Transportaufkommen im kombinierten Verkehr stieg in Österreich in den Jahren 1996 bis 2002 von 11,2 Mio. Tonnen (Netto-Netto-Gewicht – d.h. ohne Gewicht des Transportbehälters) auf 17,5 Mio. Tonnen (56 % Steigerung insgesamt, knapp 8 % durchschnittlich pro Jahr) an.²¹⁰ Der kombinierte Verkehr ist eine der Hauptstrategien zur Lösung der bestehenden Verkehrsprobleme und wird deshalb von vielen Regierungen gefördert. Diese Förderungen sind nicht nur finanzieller, sondern auch ordnungspolitischer Natur. So gelten z.B. höhere Gewichtsgrenzen oder weniger Fahrverbote. Diese Förderungen sollen vor allem dazu dienen, den kombinierten Verkehr zu einer wirtschaftlich sinnvollen Alternative zum durchgängigen LKW-Verkehr zu machen. Neben wirtschaftlichen Anreizen muss vor allem die Organisation verbessert werden. Es wird auch in Zukunft mit einer Zunahme des kombinierten Verkehrs gerechnet, jedoch müssen auch hierfür die bereits erwähnten Kriterien in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beachtet werden.

Umweltauswirkungen

Der kombinierte Verkehr bietet insofern Vorteile, als er darauf abzielt, den Hauptlauf des Transportes mittels umweltschonender Verkehrsmittel abzuwickeln. Diese Verlagerung führt zu einer Reduktion der Schadstoffemissionen aufgrund der geringeren Emissionen der Bahn bzw. des Schiffs. Jedoch müssen, wie bereits oben erwähnt, die negativen Aspekte, wie der zusätzliche Umschlagbedarf oder der erhöhte Koordinationsaufwand, durch die wirtschaftlichen Vorteile des Hauptlaufes kompensiert werden. Betrachtet man die Schadstoffemissionen, so ist eine exakte Einschätzung der Einsparungen nicht möglich, da dies von einer Vielzahl von Faktoren abhängt, wie dem Treibstoffverbrauch oder dem

²¹⁰ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2007, S.110

benutzten Bahn- oder Schiffstyp. Betrachtet man Tabelle 3 auf Seite 31, so kann gesagt werden, dass im Durchschnitt die Bahn um 61 und das Binnenschiff um 68 Prozent weniger CO₂ je Tonnenkilometer ausstößt. Je nach Quelle und zu Grunde liegender Berechnungsmethode können diese Werte jedoch erheblich schwanken. In manchen Berechnungen wird auch die Bahn als umweltfreundlicher als das Schiff gesehen. Die Grundaussage ist jedoch immer dieselbe, Bahn und Schiff verursachen wesentlich weniger Schadstoffausstöße als ein LKW. Dabei gilt auch für die Umwelt, je länger der Hauptlauf und damit die zurückgelegte Wegstrecke mittels Bahn oder Schiff, desto besser. Ein anderes Problem sind mögliche Leerläufe durch LKWs, im Vor- bzw. Nachlauf. Den Unternehmen muss es gelingen durch Kooperationen diese Leerfahrten zu vermeiden. Ziel des kombinierten Verkehrs muss es sein diejenigen Verkehre, die ohne Wechsel des Verkehrsträgers möglich sind, auf die Schiene bzw. das Schiff zu verlagern. Hierzu ist es jedoch notwendig, die Infrastruktur zu verbessern, das Bahnangebot zu erhöhen und den Organisationsaufwand zu verringern, hier können besonders Informations- und Kommunikationstechnologien Unterstützung liefern. Der Auslastungsgrad wird zudem erhöht, da sich der kombinierte Verkehr für hohe Transportvolumen eignet.

4.2 Technische Optimierungspotentiale

Neben den Ansätzen bei den Transportstrukturen und -prozessen können auch durch technische Veränderungen bei den Transportmitteln Einsparungspotentiale erreicht werden. Dieses Thema wird jedoch nur der Vollständigkeit halber angeführt und es wird nicht detailliert auf die einzelnen Möglichkeiten eingegangen. Die angeführten Ansätze zielen hauptsächlich auf die Optimierung von LKWs ab, da diese die am häufigsten eingesetzten Transportmittel im Güterverkehr sind.

Grundsätzlich zielen alle technischen Maßnahmen auf eine Reduzierung des Treibstoffverbrauches und/oder auf eine Reduzierung der Schadstoffemissionen ab. Es ist jedoch anzumerken, dass technische Einsparungspotentiale bei gewerblichen Fahrzeugen weit geringer ausfallen als im Privatverkehr, da Einsparungen aufgrund des hohen Kostendruckes im Transportgewerbe oftmals ohnehin früh realisiert werden.

4.2.1. Modifikationen am Fahrzeug

Optimierung des Antriebes

Diese Maßnahmen setzen bei den Motoren an, so kann etwa die innermotorische Reibung verringert und damit der Verbrauch gesenkt werden oder ein Downsizing stattfinden. Auch können Getriebe und Antriebsstrang weiter optimiert werden. Aber auch der Einsatz von Hybridfahrzeugen bewirkt eine Reduktion der Schadstoffausstöße, diese sind jedoch mit hohen Investitionskosten verbunden.

Im Bereich der LKWs hat besonders die Einführung von strengeren Schadstoffnormen eine Auswirkung auf die Schadstoffausstöße. Es ist zu erwähnen, dass bis zu der Euro 3 Norm die Einhaltung der Schadstoffnormen immer auch mit Reduzierungen des Treibstoffverbrauches verbunden war. Danach kam es zwar aufgrund der strengeren Normen zu einer Reduktion der Gesamtausstöße, jedoch konnte der Treibstoffverbrauch nicht weiter gesenkt werden.²¹¹

Aerodynamische Gestaltung

Durch Maßnahmen an Heck und Front kann der Luftwiderstand reduziert und der Verbrauch gesenkt werden. Eine weitere Option ist die Optimierung des Rollwiderstands, denn verliert der Reifen Druck, so erhöht sich der Rollwiderstand und der Treibstoffverbrauch steigt.

Einsatz alternativer Treibstoffe

Auch durch den Einsatz von alternativen Treibstoffen, wie etwa Biodiesel, kann der CO₂-Ausstoß weiter reduziert werden. Pflanzliche Energieträger setzen bei ihrer Verbrennung lediglich so viel CO₂ frei, wie die Pflanze während ihres Wachstums der Luft entzogen hat.²¹² Allerdings sind in der Gesamtbilanz noch weitere CO₂-Emissionen und äquivalente Emissionen zu berücksichtigen. Der Klimaschutzeffekt von Biodiesel ist vergleichsweise gering und mit hohen Herstellungskosten und einem hohen Ackerflächenbedarf verbunden. Die Einsatzmöglichkeiten des reinen Biodiesels sind daher stark beschränkt, jedoch muss per Gesetz Biodiesel dem herkömmlichen Diesel beigemischt werden.

²¹¹ Vgl. Umweltbundesamt, 2004

²¹² Vgl. <http://www.umweltbundesamt.de/verkehr/alternative-kraftstoffe/biodiesel/biodiesel.htm> (20.04.2009)

Abschließend bietet Tabelle 13 einen Überblick über die Auswirkung verschiedener Einflüsse auf den Treibstoffverbrauch eines LKW.

Auswirkung verschiedener Einflüsse auf den Dieserverbrauch eines LKW		
Einflussfaktor	Beschreibung	Wirkung [l]
Fahrerhaus	Höhe 3,0 statt 4,0 Meter	-3,3
	Fahrgestellverkleidung	-0,4
	Dachscheinwerfer zusätzlich	+0,8
	Drucklufthörner zusätzlich	+0,2
	Anhänger/Auflieger mit Seitenverkleidung	-1,0
	Abstand zwischen Auflieger und Fahrerhaus zu groß	+1,4
Reifen und Räder	Energiesparreifen statt normales Profil	-0,2
	Volle Profiltiefe (Neureifen)	+2,2
	Niederquerschnittreifen	-0,3
	Runderneuerter Reifen statt neue Reifen	+1,8
	Nachgeschnittenes Profil statt neuer Reifen	-1,3
	Super-Breitreifen statt Zwillingsbereifung	-0,7
Hinterachstyp	Hypoid- statt Außenplanetenachse	-0,7
Antriebsachse	Eine statt zwei Antriebsachsen	-3,3
Hinterradübersetzung	Bei zu kurzer Übersetzung ist die Drehzahl bei Auslegungsgeschwindigkeit zu hoch	+1,7
Nebenverbraucher	LED-Tagfahrlicht statt Halogenlampen	-0,1
Fahrgeschwindigkeit	90 statt 80 Stundenkilometer	+2,6
Fahrweise	Gleichmäßige Fahrweise, kein unnötiges Bremsen und Beschleunigen und ähnliches	-5,0
Nebenverbraucher	Beheizen des Fahrzeuges im Stand: Motor statt Standheizung	+2,2
	Kühlen des Fahrzeuges mit Klimaanlage	+3,0
	Motor im Stand warmlaufen lassen	+1,3
	Stromverbrauch (Zusatzgeräte 1 kWh= 0,6l auf 100km)	+0,2
Topographie	Stadtfahren statt Autobahn	+33,0
	„Schwere“ statt „leichte“ Autobahn	+6,6
Niederschlag	Fahrbahnbelag feucht statt trocken	+0,7
	Fahrbahnbelag nass statt trocken	+1,7
Wind	Starker Gegenwind	+3,3
Außentemperatur	30 statt 10 Grad Celsius	-1,7
Nebenabtriebe	Arbeiten im Nebenabtrieb (z.B.: Betonmischer, Silozug)	+0,0
Druckluftanlage	Undicht: ständiges Aufpumpen (Luftfederung)	+0,6
Reifenluftdruck	2,0 bar zu wenig (pro Reifen)	+0,2
Dachspoiler	Falsch eingestellt	+1,2
Plane oder Aufbau	Nicht richtig verzurrt oder offen	+5,0
Achsgometrie	Schräglauf weicht eins vom Sollwert ab	+1,7
	Nicht parallel abgestimmte Spur	+5,9

Tabelle 8: Auswirkungen verschiedener Einflüsse auf den Dieserverbrauch eines LKW in Litern pro 100 Kilometer²¹³

²¹³ Tabelle entnommen aus: LOGISTIK inside 4/2009

4.2.2 Einsatz größerer Fahrzeuge

Eine äußerst umstrittene Möglichkeit zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes je Tonnenkilometer ist der Einsatz so genannter EuroCombis, das sind LKWs mit einer Länge von bis zu 25,25 m und einer höheren Zuladung (bis zu 60 t Gesamtgewicht). Damit sind EuroCombis um einiges größer als herkömmliche LKWs mit einer maximalen Länge von 18,75 m und einem höchst zulässigen Gesamtgewicht von 40 t. Gegenwärtig werden die EuroCombis in einigen europäischen Ländern, wie etwa Schweden oder Finnland, bereits eingesetzt, in einigen anderen Staaten wurde Feldversuche gestartet.

EuroCombi im Vergleich zu Pkw und 40-Tonner

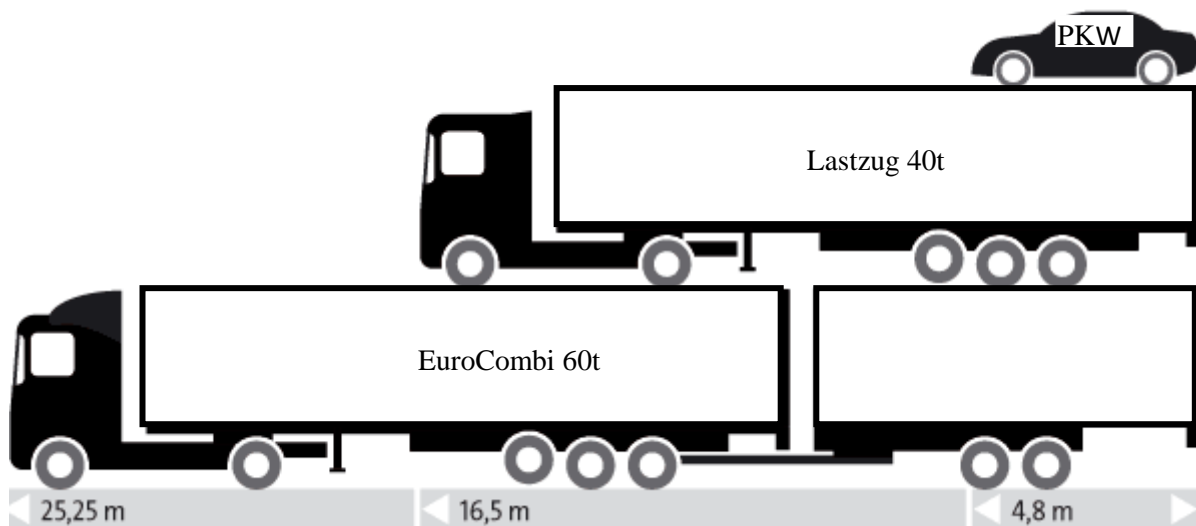


Abbildung 23: EuroCombi im Vergleich zu PKW und 40-Tonner²¹⁴

Vergleicht man den absoluten Treibstoffverbrauch eines EuroCombis mit dem eines 40-Tonnens, so verbraucht der EuroCombi aufgrund des höheren Eigengewichtes, der zusätzlichen Anhänger und der zusätzlichen Räder und Achsen, mehr. Jedoch kann ein EuroCombi beinahe 50 Prozent mehr Ladung transportieren, so dass der spezifische Verbrauch bezogen auf die Masse bzw. das Volumen sinkt. Dies kann anhand eines Beispiels gut erläutert werden: So kann ein herkömmlicher 40-Tonner bis zu 34 Paletten transportieren, ein EuroCombi hingegen bis zu 52 Paletten, dadurch sinkt der Treibstoffverbrauch pro Palette um 25 Prozent.²¹⁵ Eine solche Ersparnis kann jedoch nur bei einer hohen Auslastung erzielt

²¹⁴ Abbildung in Anlehnung an <http://www.ftd.de/politik/deutschland/Gigaliner-EU-Bericht-lobt-gescholtene-Riesen-LKW/462650.html?imgpopup=1&nv=Image0> (18.06.2009)

²¹⁵ Vgl. Umweltbundesamt, 2007, S.3

werden. Hat der EuroCombi weniger als 40 Paletten geladen, so ist der Verbrauch pro Palette höher als bei einem herkömmlichen 40-Tonner.²¹⁶ Dies führt dazu, dass ein EuroCombi sich insbesondere für großvolumige Güter und breite Straßen eignet, und zwar auf Strecken, für die eine hohe Auslastung zu erwarten ist. Um einen positiven Beitrag für die Umwelt zu leisten, müsste eine Auslastung von knapp 77 Prozent erreicht werden, jedoch beträgt die Auslastung der LKWs derzeit im Schnitt 64%.²¹⁷ Ähnlich verhält es sich mit der Lärmbelastung, die durch die EuroCombis verursacht wird. Absolut gesehen ist die Lärmbelastung höher, bezogen auf die Gütermenge bei voller Auslastung ist sie aber geringer. Bleibt es jedoch bei den vorherrschenden Auslastungen, so wirken sich EuroCombis auch auf die Lärmbelastung negativ aus.

Zudem wirkt sich der Einsatz der EuroCombis negativ auf die Verkehrsträgerverteilung aus. Aufgrund der größeren Zuladungsmöglichkeiten könnten Transportunternehmer ihre Kosten pro Tonne um 20-25 Prozent senken, was zu einer geänderten Wettbewerbssituation zwischen LKW, Bahn und Schiff führen würde.²¹⁸ Durch die EuroCombis würden die Spediteure weniger Fahrzeuge brauchen, was zu einer Reduktion der Personal- und Betriebskosten führen würde. Die Kostenvorteile von Bahn und Schiff über lange Distanzen würden abnehmen und in weiterer Folge fürchten viele Experten eine zunehmende Verlagerung auf die EuroCombis. Insbesondere bei hohen Transportvolumen hatte die Bahn bis jetzt Vorteile, da die Waggons mit einem Ladevolumen über 140 Kubikmeter und einer maximalen Zuladung von 27 Tonnen, gegenüber den bisherigen LKWs mit maximal 105 Kubikmetern und 26 Tonnen Zuladung, eindeutig überlegen sind.²¹⁹ EuroCombis weisen hingegen ein Ladevolumen von 150 Kubikmetern und eine maximale Zuladung von 40 Tonnen auf.²²⁰ Damit würde sich der Vorteil der Straße gegenüber der Schiene vergrößern und ein Rückgang des kombinierten Verkehrs erfolgen. Langjährige Marktbeobachtungen zeigen, dass die beförderte Menge auf der Schiene um 1,8 Prozent zurückgeht, wenn der Straßengüterverkehr um ein Prozent günstiger wird.²²¹

Eine weitere Hoffnung ist, dass die neuen EuroCombis zu einer Verringerung der Verkehrsdichte führen, da rein rechnerisch zwei EuroCombis drei 40-Tonner ersetzen könnten. Damit könnte der Verkehr entlastet und das Verkehrsaufkommen verringert werden.

²¹⁶ Vgl. Umweltbundesamt, 2007, S.3

²¹⁷ Vgl. Umweltbundesamt, 2007, S.3

²¹⁸ Vgl. Umweltbundesamt, 2007, S.4

²¹⁹ Vgl. Umweltbundesamt, 2007, S.4

²²⁰ Vgl. Umweltbundesamt, 2007, S.4

²²¹ Vgl. Umweltbundesamt, 2007, S.8

Jedoch ist dies sehr unwahrscheinlich, da es aufgrund der oben genannten neuen Wettbewerbsbedingungen zu einer Verlagerung der Transporte von Bahn und Schiff auf die Straße kommen und dadurch das Verkehrsaufkommen wieder steigen würde.

Mit dem Einsatz von EuroCombis würden sich die Anforderungen an den Straßenoberbau sowie an die Sicherheitseinrichtungen erhöhen. So müssten etwa Ampelanlagen an die Ausmaße der EuroCombis angepasst werden. Auch können diese nicht überall eingesetzt werden, insbesondere in den Städten kann es zu Problemen kommen. Zudem würden sich Probleme bei der Parkplatzsuche ergeben.

Bei der Anschaffung von neuen Fahrzeugen sollte grundsätzlich auf ein günstiges Verhältnis zwischen Eigengewicht und Nutzlast geachtet werden, um eine möglichst hohe Zuladung zu erreichen.

4.3 Organisatorische Maßnahmen

Fahrertrainings

Durch umweltfreundliche Fahrweise können insbesondere im Ortsgebiet Spriteinsparungen erreicht werden. Entsprechende Schulungen sollen den Fahrern Techniken vermitteln, die helfen den Spritverbrauch und damit Emissionen zu senken. Unter umweltfreundlichem Fahren versteht man in der Regel niedertouriges Fahren, rechtzeitiges Schalten sowie Fahren mit konstanter Geschwindigkeit. Der Einsatz von Tempomaten kann beispielsweise die Fahrer bei der Einhaltung einer konstanten Geschwindigkeit unterstützen. Des Weiteren können Wettbewerbe und Auszeichnungen für spritsparendes Fahren einen zusätzlichen Anreiz für die Fahrer bieten.

5 Abschätzung der Reduktionspotentiale und Umsetzbarkeit

Im Rahmen dieser Arbeit wurden einige Konzepte zur Reduktion der Umwelteinflüsse vorgestellt und erläutert. Auch wurde auf die Probleme sowie die Hindernisse für die Umsetzung eingegangen. Als nächster Schritt soll eine Abschätzung der Reduktionspotentiale und der Durchführbarkeit erfolgen.

Eine Abschätzung in diesem Bereich ist äußerst schwierig, da oftmals keine Datenbasis vorhanden ist und eine Vielzahl von Faktoren in die Berechnung einfließt. Daher ist sie mit einem hohen Grad an Ungenauigkeit verbunden. Die Kalkulationen beruhen auf unterschiedlichen Daten sowie auf den im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnissen. Um eine Abschätzung über das absolute Reduktionspotential vorzunehmen, müssen zunächst die bestehenden Umweltbelastungen bekannt sein. Die unten aufgeführten Daten beruhen auf Veröffentlichungen der OECD und des World Economic Forums.

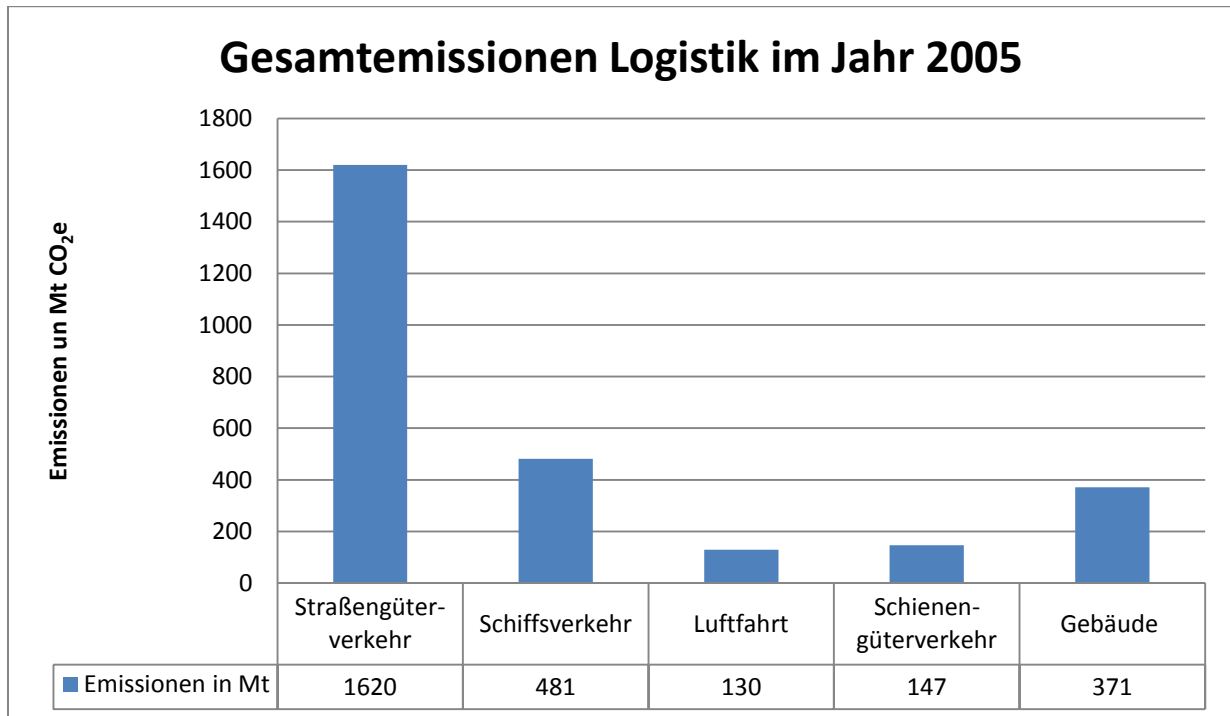


Abbildung 24: Gesamtemissionen Logistik 2005²²²

Anhand der Schadstoffemissionen und der relativen Einsparungspotentiale wurde versucht die absoluten Reduktionspotentiale zu errechnen. Die Daten für die relativen Einsparungspotentiale wurden verschiedenen Studien entnommen. Für eine detaillierte Auflistung der Berechnungsmethode und Quellen sei auf den Anhang verwiesen. Es wurde ebenfalls versucht absolute Werte für die Einsparungspotentiale zu errechnen, jedoch war dies nicht überall möglich war, da in vielen Fällen keine Datenbasis zur Verfügung stand.

Die unterschiedlichen Strategien wurden entweder Industrieunternehmen oder Speditionen zugeordnet. Es wurde davon ausgegangen, dass die Industrieunternehmen über keinen eigenen Fuhrpark verfügen und die Transporte an Speditionen auslagern.

²²²Quelle: World Economic Forum, 2009, S.8

Die Abschätzung der Durchführbarkeit beruht auf den im Laufe dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnissen sowie den vorgenommenen Literaturrecherchen und setzt sich aus zwei Faktoren zusammen: den Hindernissen für die Umsetzung sowie dem aktuellen Stand der Verbreitung.

$$\text{Durchführbarkeit} = f(\text{Aktueller Stand, Hindernisse für die Umsetzung})$$

Der Faktor „Hindernisse für die Umsetzung“ setzt sich aus der Kooperationsbereitschaft, dem Investitionsbedarf und dem Planungsaufwand zusammen.

$$\text{Hindernisse für die Umsetzung} = f(\text{Investitionsbedarf, Kooperationsbereitschaft, Planungsaufwand})$$

In die Ermittlung des aktuellen Standes fließen die aktuelle Verbreitung der Konzepte auf dem Markt, die Anzahl der gescheiterten Projekte sowie die in Planung befindlichen Projekten mit ein.

$$\text{Aktueller Stand} = f(\text{Aktuelle Verbreitung auf dem Markt, Anzahl der gescheiterten Projekte, Projekte in Planung})$$

Ein weiterer wichtiger Faktor in der Abschätzung ist die Anwendungsbreite, diese bezieht sich auf die Anzahl der Transporte, für die das Konzept anwendbar ist, in Bezug zur Gesamtzahl aller Transporte.

Betrachtet man die Abbildungen 25 und 26, so zeigt die x-Achse die Anwendungsbreite, und die y-Achse die Durchführbarkeit. Die Kreise symbolisieren die Höhe der Reduktionspotentiale, dabei wurde zwischen niedrigen, mittleren, hohen und sehr hohen Einsparungspotentialen unterschieden.

Es soll hier nochmals angemerkt werden, dass es sich bei den Grafiken um reine Abschätzungen handelt. Die Ergebnisse und Anordnungen beruhen auf durchgeführten Projekten und Studien, und die angezeigten Einsparungspotentiale können von Fall zu Fall erheblich schwanken. Die Anordnungen in den Grafiken sind keinesfalls repräsentativ und können je nach zugrunde liegender Datenbasis variieren.

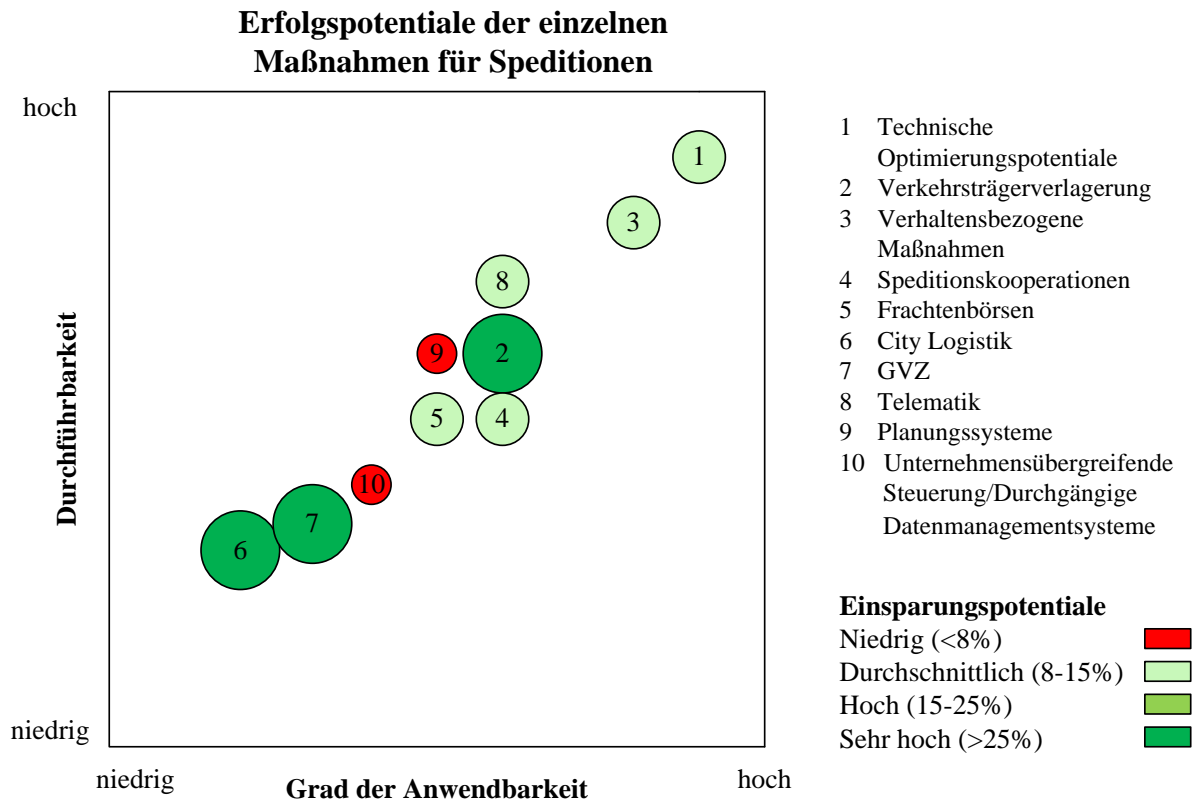


Abbildung 25: Erfolgspotentiale der einzelnen Maßnahmen für Speditionen

Betrachtet man die Durchführbarkeit der einzelnen Strategien für Speditionen, so werden den technischen Optimierungspotentialen die höchsten Umsetzungsmöglichkeiten eingeräumt. Die Einsparungspotentiale liegen im mittleren Bereich, die höchsten Reduktionspotentiale bieten die Verkehrsträgerverlagerung sowie die City Logistik und das GVZ. Jedoch sollte bedacht werden, dass diese Strategien nur für einen begrenzten Teil der Transporte anwendbar sind und hohe Schwankungen, was die Reduktionspotentiale betrifft, aufweisen.

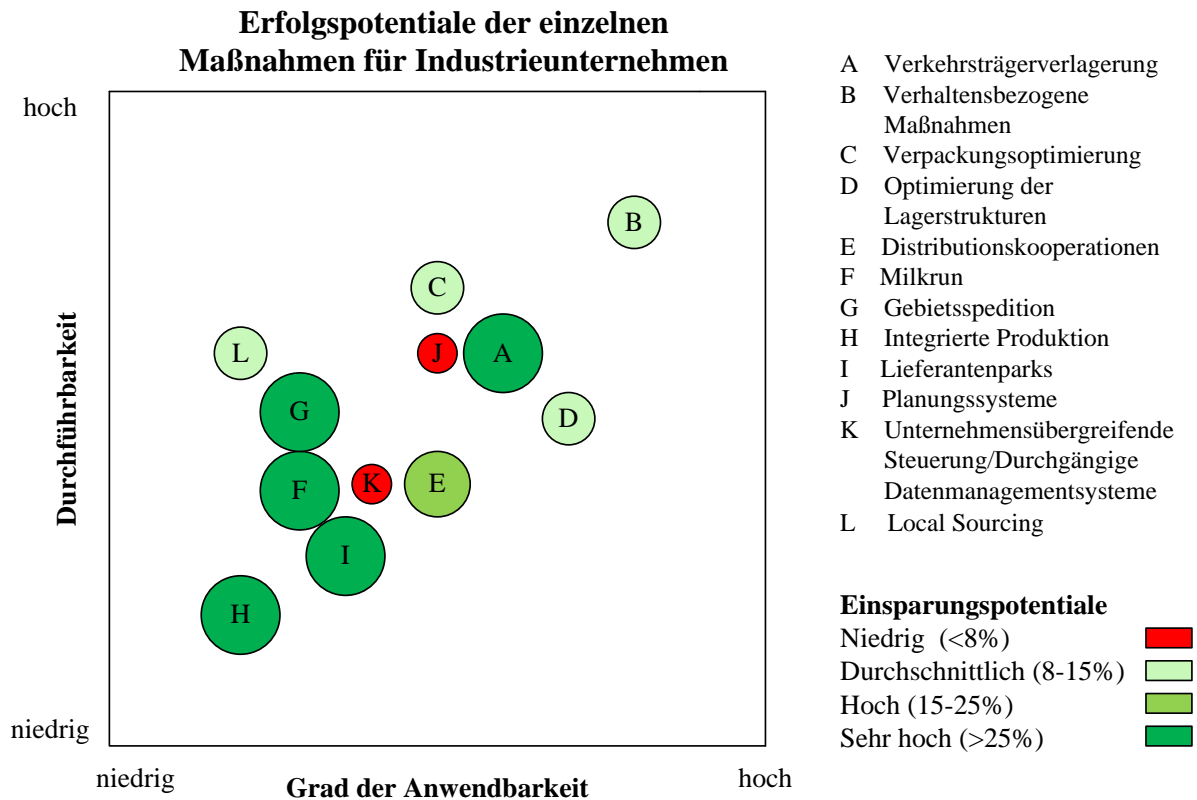


Abbildung 26: Erfolgspotentiale der einzelnen Maßnahmen für Industrieunternehmen

Betrachtet man die Reduktionsstrategien für Industrieunternehmen, so bieten Lieferantenparks und die Integrierte Produktion, gefolgt von der Verkehrsträgerverlagerung, Milkruns und dem Gebietsspediteur-Konzept relativ gesehen die höchsten Reduktionspotentiale. Bei all diesen Konzepten ist jedoch auf den niedrigen Grad der Anwendungsbreite zu achten. Die höchste Durchführbarkeit besitzen verhaltensbezogene Maßnahmen.

Absolut gesehen bietet die technische Optimierung von Fahrzeugen die höchsten Einsparungspotentiale, gefolgt von der Optimierung der Lagerstrukturen.

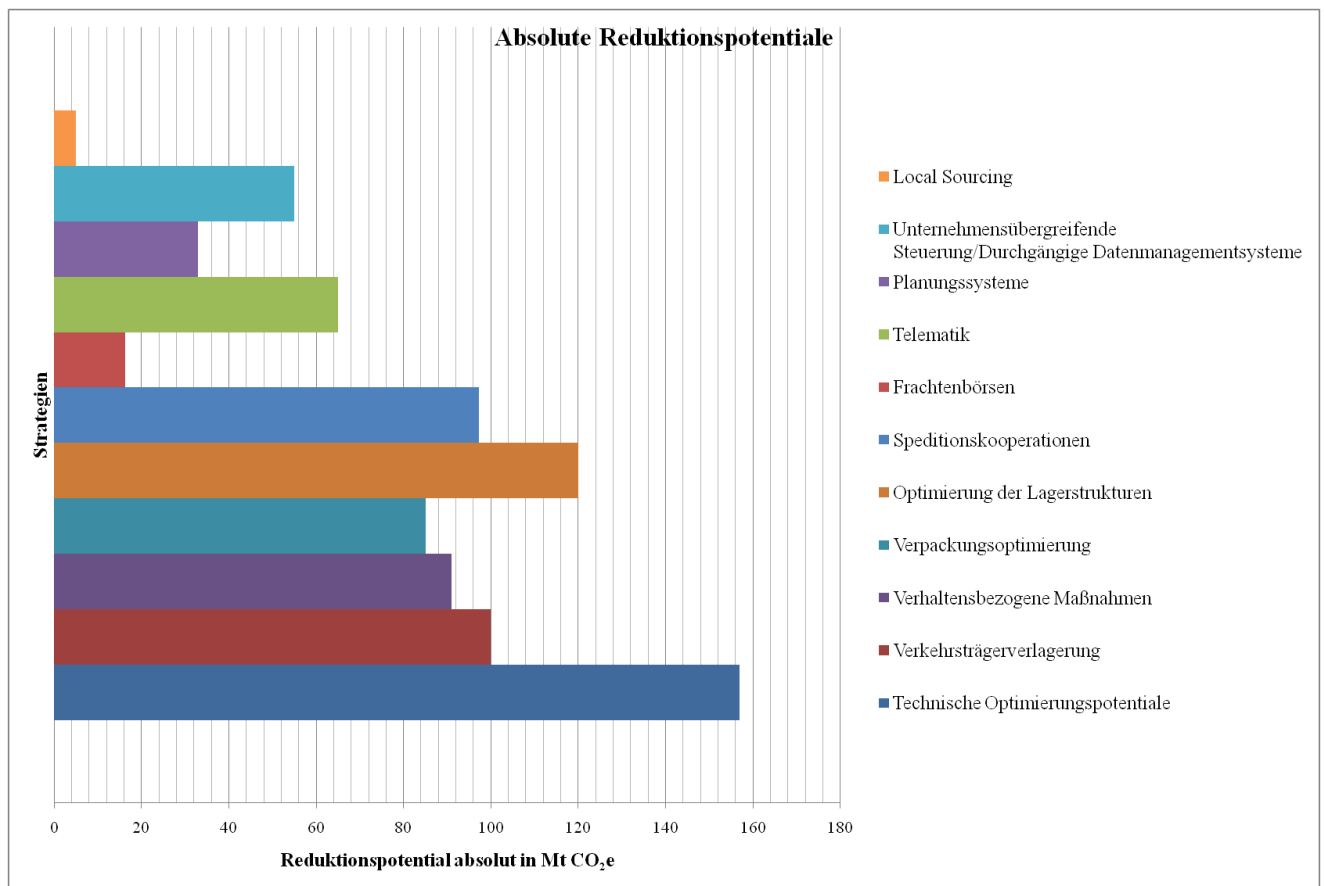


Abbildung 27: Absolute Reduktionspotentiale

Technische Optimierungspotentiale

Die technische Optimierung von Fahrzeugen bietet zwar relativ gesehen nur durchschnittliche, absolut gesehen jedoch die höchsten Reduktionspotentiale, da dieses Konzept für alle Transporte anwendbar ist. Schätzungen gehen davon aus, dass durch umweltfreundliche Technologien die durchschnittlichen CO₂-Emissionen je LKW um rund 10% gesenkt werden können.²²³ Die hohe Durchführbarkeit resultiert aus der Tatsache, dass bei einem Großteil der Unternehmen die technische Optimierung von Fahrzeugen oftmals die einzige Umweltschutzmaßnahme ist. Auch gibt es seitens der Gesetzgebung vor allem für LKWs immer strengere Abgasnormen, so dass die Hersteller zwangsläufig gezwungen sind umweltfreundlichere Fahrzeuge zu entwickeln. Ein weiterer Vorteil der technischen Optimierung von Fahrzeugen sind die vielen unterschiedlichen Optimierungsmöglichkeiten, angefangen bei der aerodynamischen Gestaltung bis hin zum Einsatz von Hybridfahrzeugen.

²²³ Vgl. World Economic Forum, 2009, S.16

Verkehrsträgerverlagerung (Kombinierter Verkehr)

Betrachtet man Tabelle 3 auf Seite 31, so kann gesagt werden, dass im Durchschnitt die Bahn um 61 und das Binnenschiff um 68 Prozent weniger CO₂ je Tonnenkilometer ausstoßen. Dies wären natürlich weit mehr als die 10%, die aus technischen Optimierungspotentialen resultieren würden, jedoch sind die absoluten Reduktionspotentiale nur im Mittelfeld zu finden. Es sollte immer bedacht werden, dass die Verkehrsträgerverlagerung zwar hohe Einsparungspotentiale bietet, jedoch eine 100 % Verlagerung vom LKW auf Bahn oder Schiff nicht erfolgen kann, da auf den LKW insbesondere im Nahverkehr nicht verzichtet werden kann. In der Berechnung der absoluten Reduktionspotentiale wurde von einer Reduktion des Straßengüterverkehrs von 10% zu Gunsten des kombinierten Verkehrs ausgegangen. Die Durchführbarkeit des kombinierten Verkehrs wurde als mittelmäßig eingeschätzt, da sich einerseits der erhöhte Planungs- und Koordinationsaufwand nachteilig auswirken, jedoch der kombinierte Verkehr in den meisten Staaten von den Regierungen gefördert wird.

Schulungen und Trainings

Schulungen und Trainings für Mitarbeiter im Bereich Umweltschutz werden bereits heute von zahlreichen Unternehmen durchgeführt. In der Logistikbranche werden insbesondere Spritspartrainings angeboten, im Schnitt kann so der Treibstoffverbrauch um 6-9% gesenkt werden.²²⁴ Aber auch Schulungen über Energiereduktion innerhalb von Gebäuden werden immer öfter organisiert. Die hohe Durchführbarkeit dieser Maßnahme resultiert aus den relativ niedrigen Investitionskosten und dem geringen Planungsaufwand.

Verpackungsoptimierung

Wie bereits erwähnt, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten zur umweltfreundlicheren Gestaltung von Verpackungen: ein neues Verpackungsdesign, die Verwendung von recyceltem Material oder der Einsatz von wieder verwendbaren Verpackungen. Die potentiellen Einsparungen durch optimierte Verpackungen variieren von Branche zu Branche, da man beim Verpackungsdesign oftmals an unterschiedlichste Restriktionen gebunden ist. Zudem können Verpackungen nur bis zu einem bestimmten Maß optimiert werden. Die

²²⁴ Vgl. World Economic Forum, 2009, S.23

Reduktionspotentiale sowie die Durchführbarkeit und die Anwendungsbreite wurden im Mittelfeld angesiedelt.

Optimierung der Lagerstrukturen

Die Lager- bzw. die Distributionsstrukturen beeinflussen wesentlich das Verkehrsaufkommen, aus diesem Grund wurden die Einsparungspotentiale bzw. die Anwendungsbreite als hoch eingeschätzt. Die optimale Struktur unterscheidet sich von Unternehmen zu Unternehmen und wird von einer Vielzahl von Faktoren bestimmt, wie etwa der Sortimentsbreite oder der Distanz zu den Kunden. Die Optimierung der Strukturen kann entweder das Gesamtverkehrsaufkommen reduzieren oder Möglichkeiten zur Reduzierung der Schadstoffausstöße (Verlagerung der Transporte auf alternative Verkehrsträger, Verdichtung der Warenströme, Verringerung von außerplanmäßigen Lieferungen) eröffnen. Die Realisierungspotentiale wurden als mittelmäßig eingeschätzt, da eine Änderung der Lagerstruktur eine strategische Entscheidung ist und dies nicht kurzfristig geschehen kann. Des Weiteren ist eine Änderung mit einem hohen Planungsaufwand und hohen Investitionen verbunden.

Speditionskooperationen

Dieses Konzept bietet aufgrund des hohen Leerfahrtenanteils und der schlechten Auslastung von Transporten (vgl. Kapitel „Probleme des Transportes“) überdurchschnittliche Reduktionspotentiale. Eine Studie des Max Plancks Institutes²²⁵ zufolge können durch Speditionskooperationen CO₂-Reduktionen von rund 15% erreicht werden kann. Zudem geht man davon aus, dass etwa 60% der bundesdeutschen Transporte im Rahmen von Kooperationen abgewickelt werden könnten. Die Durchführbarkeit wird als mittelmäßig eingestuft, da neben der hohen Kooperationsbereitschaft und dem erhöhten Planungsaufwand nur eine beschränkte Anzahl von geeigneten Kooperationspartnern zur Verfügung steht.

²²⁵ Baumgartner u.a., 2004a, S.117

Kooperationen bei der Distributionslogistik

Eine Abschätzung der Reduktionspotentiale ist hierfür besonders schwierig, da die meisten Konzepte erst entwickelt und noch nicht in der Praxis erprobt wurden. In den meisten Fällen sind die theoretischen Einsparungspotentiale ähnlich hoch wie bei den Speditionskooperationen. Die Durchführbarkeit wurde aufgrund der geringen Zahl von realisierten Projekten und der Notwendigkeit verstärkter Kooperationsbereitschaft sowie des erhöhten Planungsaufwands als eher gering eingestuft.

City-Logistik

Betrachtet man die Ergebnisse einzelner City Logistik-Projekte, so kann man von einem hohen relativen Einsparungspotential ausgehen.²²⁶ Die Einsparungen schwanken beträchtlich, so wurde teilweise eine Verkehrsreduzierung von 50% (Kassel), dann wiederum „nur“ 20% (Hamburg) erreicht. Auch in Abbildung 25 wurde das Einsparungspotential als sehr hoch eingezeichnet, damit sind aber die relativen Einsparungen gemeint. Eine Abschätzung über die Höhe der absoluten Einsparungen war aufgrund der vorhandenen Datenbasis nicht möglich. Es sollte bedacht werden, dass viele City-Logistik-Konzepte sich nur auf Innenstädte beziehen und daher nur für einen geringen Teil der Transporte in Frage kommen. Die Durchführbarkeit wurde als gering eingeschätzt, da eine Vielzahl von Projekten zwar geplant, aber nur wenige realisiert bzw. weitergeführt wurden, nachdem die Förderungen ausgelaufen waren. Dennoch sind City-Logistik-Konzepte noch immer Teil vieler EU-Projekte und es wird weiter versucht geeignete Teilnehmer für solche Projekte zu finden.

Güterverkehrszentren

Hier verhält sich die Situation, sowohl was die Durchführbarkeit als auch was die Reduktionspotentiale betrifft, ähnlich wie bei City-Logistik-Konzepten. Auch hier existieren relativ gesehen hohe Einsparungspotentiale. So konnte im GVZ Bremen der Treibstoffverbrauch um 43% gesenkt werden, zudem konnte auch der Verkehrsträgeranteil positiv beeinflusst und die Schadstoffemissionen um beinahe die Hälfte reduziert werden.²²⁷ Jedoch ist die Schwankungsbreite bei den realisierten Einsparungen erheblich, da oftmals

²²⁶ Vgl. <http://www.vsl.tu-harburg.de/gv/5/test?menu=5a&inhalt=5a2> (07.07.2009)

²²⁷ Vgl. Baumgarten u.a., 1996, S.105f.

Interessenskonflikten zwischen den beteiligten Unternehmen existieren und die realisierten Lösungen teilweise eine geringe Effizienz aufweisen. Die Durchführbarkeit wird aus denselben Gründen wie bei der City-Logistik als eher niedrig eingestuft.

Einsatz von Planungssystemen zur Transportoptimierung

Planungssysteme bieten durchschnittliche Emissionsreduktionen von 4% gegenüber der manuellen Planung, zudem wird davon ausgegangen, dass etwa 50% der Transportunternehmen für Planungssysteme in Frage kommen.²²⁸ Die Durchführbarkeit wurde als mittelmäßig eingeschätzt, aufgrund des derzeit niedrigen Verbreitungsgrades. Die Einsparungspotentiale könnten höher sein, wenn Planungssysteme auch vermehrt für kurzfristig anfallende Touren zum Einsatz kommen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass Planungssysteme in Zukunft vermehrt eingesetzt werden, da sich die Qualität der angebotenen Lösungen weiter verbessern und der Einsatz dadurch für mehr Unternehmen attraktiv wird.

Telematik

Die Reduktionspotentiale sind mit 8% doppelt so hoch wie die der Planungssysteme.²²⁹ Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass unter dem Begriff Telematik eine Vielzahl von Techniken fällt (vgl. Kapitel 3.1.3). So sind oftmals Tourenplanungsanwendungen in die Telematiksysteme integriert. Das Marktpotential ist ähnlich hoch wie bei den Planungssystemen, da Telematikanwendungen genauso wie Planungssysteme nur für Unternehmen mit einer bestimmten Fahrzeuganzahl in Frage kommen. Die Durchführbarkeit wurde als mittelmäßig eingeschätzt, da die Telematik schon heute relativ weit verbreitet ist (vgl. Kapitel 3.1.3), jedoch oftmals die Potentiale nicht realisiert werden.

Unternehmens- und prozesskettenübergreifende Steuerung / Implementierung durchgängiger Datenmanagementsysteme

Bei der Abschätzung der Reduktionspotentiale wurden beide Konzepte zusammengefasst, da eine Kalkulation aufgrund fehlender Daten kaum möglich war. Bei den errechneten

²²⁸ Vgl. Baumgartner; Leonardi, 2004b, S.197ff.

²²⁹ Vgl. Baumgartner, Leonardi, 2004b, S.197ff.

Reduktionspotentialen wird davon ausgegangen, dass sich aufgrund des besseren Informationsaustausches die Reaktionszeit der Unternehmen verlängert und dadurch die Transportplanung optimiert wird. Die so errechneten Einsparungen befinden sich im Mittelfeld. Die Durchführbarkeit wurde als unterdurchschnittlich eingeschätzt, da hier eine verstärkte Kooperationsbereitschaft sowie hohe Investitionen notwendig sind. Zudem sind durchgängige Datenmanagementsysteme erst ab einer bestimmten Unternehmensgröße sinnvoll.

Local Sourcing

Um die Einsparungspotentiale des Local Sourcing abzuschätzen wurde auf eine Kalkulation des World Economic Forums aus dem Jahre 2009 zurückgegriffen. Dabei wurde das Einsparungspotential als eher gering eingeschätzt. Obwohl das Konzept eine hohe Tonnenkilometer-Reduktion bietet, fällt die CO₂-Reduktion wesentlich niedriger aus, da bei Local Sourcing eine negative Verkehrsträgerverlagerung stattfindet und anstatt Bahn oder Schiff vermehrt auf den LKW zurückgegriffen wird. Die Durchführbarkeit wurde als mittelmäßig eingeschätzt, da ein verstärkter Trend existiert komplexe Bauteile von in der Nähe angesiedelten Lieferanten zu beziehen. Jedoch sollte bedacht werden, dass dieses Konzept nicht universell anwendbar ist, da das Angebot an geeigneten Lieferanten in unmittelbarer Umgebung oftmals stark beschränkt ist.

Frachtenbörse

Hier gestaltete sich eine Abschätzung als äußerst schwierig, da kaum Daten über die Gesamtzahl der Nutzer bzw. über deren erzielte Einsparungen vorliegen. Bei der Kalkulation wurde davon ausgegangen, dass die Schadstoffemissionen um etwa 10% reduziert werden können, was durchaus realistisch ist, wenn man die niedrigen Auslastungen und den hohen Leerfahrtenanteil bedenkt. Zudem wurde von einem Marktpotential von etwa 10% ausgegangen.²³⁰ Die Durchführbarkeit wird als eher mittelmäßig eingestuft, da sich einerseits die Anzahl der Nutzer in den letzten Jahren kontinuierlich erhöht hat und die Kosten für die Nutzung von Frachtenbörsen relativ gering sind, andererseits existieren noch immer Vorbehalte bezüglich der Sicherheit und Zuverlässigkeit von Frachtenbörsen.

²³⁰ Vgl. Bundesamt für Güterverkehr, 2006, S.3

Gebietsspedition und Milkruns

Für beide Konzepte existierte keine Datengrundlage, auf denen eine Kalkulation möglich wäre. Betrachtet man jedoch die einzelnen Fallbeispiele (siehe Anhang), so konnten durch beide Konzepte doch beträchtliche Einsparungen erzielt werden. Deshalb werden die Einsparungspotentiale, relativ gesehen, als sehr hoch eingeschätzt. Jedoch ist von einer hohen Schwankungsbreite bei den Einsparungen auszugehen. Zudem sollte bedacht werden, dass nur ein bestimmter Teil der Transporte eines Unternehmens mittels Gebietsspedition oder Milkruns abgewickelt werden kann.

Integrierte Produktion und Lieferantenparks

Beide Konzepte bieten hohe Einsparungspotentiale, da sie die Transportwege stark verkürzen bzw. im Falle der integrierten Produktion Transporte vermeiden. Die Durchführbarkeit von Lieferantenparks wurde als unterdurchschnittlich eingestuft, obwohl das Konzept in manchen Branchen (Automobilindustrie) zwar weit verbreitet ist, jedoch eine hohe Kooperationsbereitschaft und hohe finanzielle Aufwendungen notwendig sind. Die Durchführbarkeit der integrierten Produktion wurde als noch niedriger eingestuft, da es neben den bereits erwähnten Nachteilen von Lieferantenparks in der Praxis kaum realisierte Projekte gibt.

Direktverkehr

Das Konzept des Direktverkehrs wurde ausgeklammert, da die potentiellen Einsparungspotentiale stark abhängig sind von der vorherrschenden Situation (Auslastung, Verkehrsträger, Leerfahrtenanteil).

Ansätze zur Lösung des „Letzte Meile“-Problems

Auch diese wurden von den Betrachtungen ausgeklammert, da einerseits der Anteil der „letzten Meile“ von Unternehmen zu Unternehmen schwankt und die verschiedenen Strategien jeweils unterschiedliche Einsparungen bringen. Zur Bedeutung der „letzten Meile“

ist zu sagen, dass 55% der Transportkosten bei Expressdienstleistern auf die „letzte Meile“ entfallen und daher besonders im Fokus von Optimierungsmaßnahmen stehen.²³¹

Zudem stellt sich auch die Frage, für wen die Konzepte eigentlich gedacht sind, ob diese beim Spediteur oder beim Industrieunternehmen zum Einsatz kommen. In Tabelle 9 folgt eine Zuordnung.

Konzept		Industrieunternehmen	Spediteur	
Transportstruktur	Integrierte Produktion	X		
	Lieferantenparks	X		
	Local Sourcing	X		
	Lagerhaltungskonzept	X		
	GVZ		X	
Transportprozess	IT	Planungssysteme	X	X
		Frachtenbörse	X*	X
		Telematik	X*	X
		Durchgängige Datenmanagementsysteme	X	X
	Lieferkonzepte	Direktverkehr	X	
		Milkrun	X	
		Gebietsspedition	X	
		Ansätze zur Lösung des letzten Meile Problems	X	X
	Kooperationen	Speditionskooperationen		X
		Kooperationen bei der Distributionslogistik	X	
		Unternehmensübergreifende Steuerung	X	X
		City Logistik	X	X
	Transportmittel	Kombinierter Verkehr	X	X
		Modifikationen am Fahrzeug	X*	X
Einsatz größerer Fahrzeuge		X*	X	
Organisatorische Maßnahmen		X*	X	
* falls das Unternehmen über einen eigenen Fuhrpark verfügt				

Tabelle 9: Zuordnung der Konzepte

²³¹ Vgl. Arnold u.a., 2008, S.532

6 Maßnahmenkatalog

Optionen zur Optimierung der außerbetrieblichen Transporte
1. Maßnahmen bei der Transportstruktur
Einrichtung einer integrierten Produktion beim Kunden
Errichtung von Lieferanten- und Industrieparks
Local Sourcing
Güterverkehrszentren
2 Maßnahmen beim Transportprozess
2.1 Einsatz von IT zur Transportoptimierung
Einsatz von Planungssysteme für den Transport für eine optimierte Touren- und Routenplanung
Frachtenbörsen
Telematik
Implementierung durchgängiger Datenmanagementsystemen
2.2. Anwendung alternativer Lieferkonzepte
Direktverkehr
Milkrun
Gebietsspedition
Ansätze zur Lösung des „Letzte Meile“ Problems
2.3 Unternehmenskooperationen
Speditionskooperationen
Kooperationen bei der Distributionslogistik
Unternehmens- und prozesskettenübergreifende Steuerung
City-Logistik Kooperationen
3 Ansätze bei den Transportmitteln
3.1 Kombiniertes Verkehr
Verlagerung der Transporte auf alternative Verkehrsträger
3.2 Technische Optimierungspotentiale
Modifikationen am Fahrzeug
Einsatz größerer Fahrzeuge
Optionen zur Optimierung der übrigen Logistikprozesse
1. Gebäudebezogene Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs
Maßnahmen bei versorgungstechnischen Einheiten
Maßnahmen bei der Gebäudehülle
Maßnahmen bei der Beleuchtung
2. Maßnahmen bei der Intralogistik
Optimierung der Fördertechnik
Einsatz energiesparsamer und umweltfreundlicher Fördergeräten

Optimierung der innerbetrieblichen Transportwege
3. Optimierung der Verpackung
Reduktion des Verpackungsmaterials
Einsatz von Mehrwegverpackungen
Einsatz von recycelbaren Materialien
4 Verhaltensbezogene Maßnahmen
Veränderung des Fahrverhaltens durch Fahrertrainings
Mitarbeiterschulungen zum Thema Umweltschutz

Tabelle 10: Maßnahmenkatalog

7 Handlungsempfehlungen für Unternehmen

7.1 Allgemein

Aus den bisher gewonnenen Erkenntnissen kann eine Vorgehensweise bzw. können Faktoren identifiziert werden, die notwendig sind, um den in den letzten Jahren gestiegenen Umweltaforderungen gerecht zu werden und die vorgestellten Maßnahmen erfolgreich umzusetzen. Es sollte folgende Vorgehensweise gewählt werden:

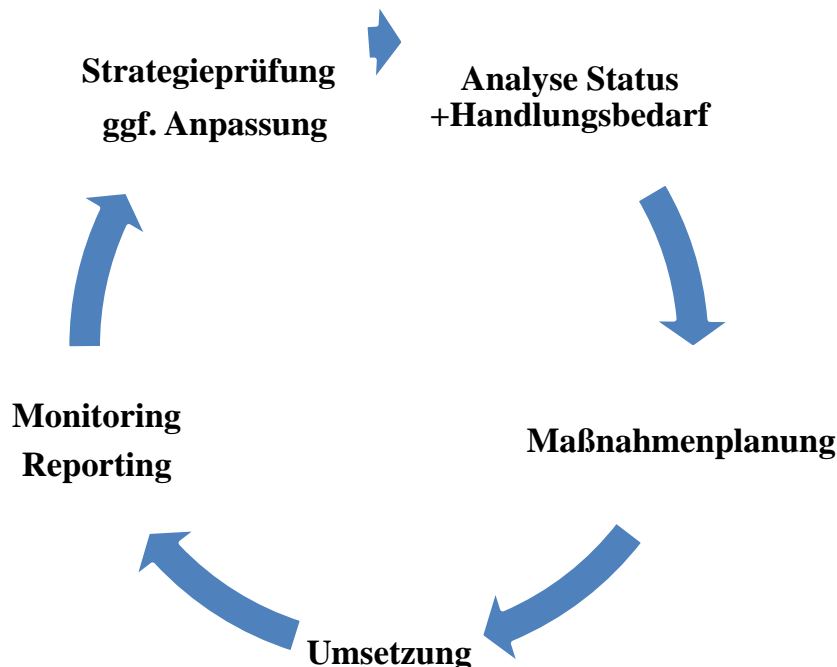


Abbildung 28: Umweltmanagementzyklus

Analyse

Zunächst sollten einmal die signifikanten Umwelteinflüsse des Unternehmens erfasst werden. Hierfür empfiehlt es sich ein entsprechendes Monitoring und Kennzahlensystem aufzubauen. Zu den wesentlichen Aufgaben von Kennzahlen zählen die Planung, Steuerung und Kontrolle aller umweltrelevanten Ziele. Sie dienen z.B. dazu, den Erfolg von Initiativen zu überprüfen, um den Ist- mit dem Soll-Zustand zu vergleichen, sich mit anderen Unternehmen zu messen oder um gesteckte Ziele zu verfolgen. Zudem sollten diese sowohl interne Kriterien als auch Forderungen von Interessensgruppen und regulatorische Vorgaben berücksichtigen. Die Auswahl der richtigen Kennzahlen sowie deren Anzahl sind von entscheidender Bedeutung für den Erfolg oder Misserfolg der Erfassung.

Des Weiteren sollte eine Schnittstelle geschaffen werden zu den finanziellen und strategischen Zielen des Unternehmens. Umweltkennzahlen sollten nicht als Subsystem betrachtet, sondern in den Entscheidungsprozess des Unternehmens einbezogen werden. Hierbei sollten die Umweltkennzahlen mit dem bisherigen Kennzahlensystem verbunden und in das bestehende Berichtswesen integriert werden. Insbesondere gilt es die drei Zieldimensionen der Green Logistics miteinander zu verbinden. Dies bedeutet die Verbindung einer ökonomischen mit einer sozial-ökologischen Werteorientierung.

Bei den in dieser Arbeit ausgewählten Kennzahlen wurde ein besonderer Fokus auf den Transport gelegt, da dieser für einen Großteil der Umweltbelastungen in der Logistik verantwortlich ist. Umweltkennzahlen sind für die jeweilige Branche spezifisch zu wählen. Auch ist nicht immer ein Fokus auf CO₂ notwendig, jedoch scheint dies im Allgemeinen sinnvoll, da dieses Treibhausgas im Mittelpunkt der aktuellen Diskussionen steht.

Maßnahmenplanung

Nachdem der aktuelle Status analysiert wurde, gilt es entsprechende Maßnahmen auszuwählen. Den Unternehmen stehen eine Vielzahl von Maßnahmen zur Verfügung (siehe hierzu Kapitel 6 Maßnahmenkatalog). Hierbei sollte bedacht werden, dass bei vielen Maßnahmen eine erhöhte Kooperationsbereitschaft notwendig ist. Ein entsprechender Informationsaustausch entlang der Supply Chain und gegenseitige Unterstützung sind für eine erfolgreiche Umsetzung unabdingbar.

Umsetzung

Für die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen sind unterschiedliche Faktoren von Bedeutung. So können ohne Unterstützung des oberen Managements auch die besten Ideen nicht erfolgreich sein. Ein einzelner Umweltbeauftragter oder eine separate Abteilung können nicht viel bewirken und es nicht schaffen den Umweltgedanken im Unternehmen zu verankern. Der Anstoß muss von oben, am besten vom Vorstand, kommen. Das Top-Management kann bei der strategischen Ausrichtung sowie bei relevanten Entscheidungen den Faktor Umwelt berücksichtigen bzw. integrieren. Des Weiteren müssen die notwendigen Ressourcen frei gegeben werden, denn um „grün“ zu sein benötigt man mindestens genauso so viele Mittel und Mitarbeiter wie bei anderen Projekten. Auch sollten die Ziele auf einen entsprechenden Zeithorizont abgestimmt werden.

Zudem müssen die Mitarbeiter von der Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit überzeugt und etwaige Widerstände beseitigt werden. Die Mitarbeiter sollten schon zu Beginn an der Entwicklung und Implementierung der Umweltstrategie beteiligt werden. Außerdem sollte es eine Möglichkeit für Mitarbeiter geben, ihre Vorschläge einzubringen, eine Integration in das betriebliche Vorschlagswesen hierfür wäre sinnvoll.

Monitoring und Reporting

In allen Phasen sind die Erfassung, Sammlung, Aufarbeitung und Analyse der Daten sowie die Beurteilung und die Kommunikation der Ergebnisse notwendig. Eine Vielzahl von Daten kann aus schon bestehenden Strukturen übernommen werden, so kann man z.B. den Stromverbrauch aus den Rechnungen entnehmen. Die Erfassung und die Sammlung sollten strukturiert und systematisch erfolgen, um die Zuverlässigkeit und Nachvollziehbarkeit der ermittelten Ergebnisse zu gewährleisten. Nach der Erfassung sollten die Daten aufgearbeitet werden um die entsprechenden Informationen daraus zu erhalten. Hierzu zählen z.B. die Elimination von Ausreißern, die Umwandlung in entsprechend aussagekräftige Einheiten. So ist der CO₂-Ausstoß je Tonnenkilometer aussagekräftiger als die Gesamtemissionen des Gütertransportes. Anschließend werden die Kennzahlen und Daten analysiert, mit den gesteckten Zielen oder vorhandenen Leistungskriterien verglichen.

Strategieprüfung und Anpassung

Ein Umweltprogramm muss permanent überprüft, angepasst und verbessert werden. Dies ist ein Prozess, der niemals endet, das Umfeld eines Unternehmens ist ständig im Wandel und die Anforderungen werden immer höher, so ist es notwendig sich immer wieder an neue Gegebenheiten anzupassen.

7.2. Auswahl von Kennzahlen

In diesem Teil werden Umweltkennzahlen für die Logistik dargestellt, dabei wird großteils auf standardisierte Kennzahlen²³² zurückgegriffen. Die Umweltkennzahlen beziehen sich insbesondere auf den Verkehr und Transport, da die vorgestellten Maßnahmen hauptsächlich auf die Transportreduzierung abzielen. Sie sollen deren Entwicklungen und Auswirkungen erfassen bzw. Ansatzpunkte für Verbesserungen liefern. Natürlich wurden auch bereichsübergreifende, allgemeine Umweltaspekte bei der Auswahl der Kennzahlen berücksichtigt. Dabei wurden immer die Kennzahlen ausgewählt, deren Ermittlung mit einem relativ geringen Aufwand verbunden ist.

7.2.1 Transportkennzahlen

Transportkennzahlen geben nicht nur Aufschluss über die Umweltbelastungen, die durch den Güterverkehr entstehen, sondern sind ein Indikator für den reibungslosen Transportablauf.

Gesamtverkehrsaufkommen

Gesamtverkehrsaufkommen [t oder tkm]

Eine wichtige Kennzahl für den Transport ist das Gesamtverkehrsaufkommen in Tonnen oder Tonnenkilometer. Um die Tonnenkilometer zu ermitteln werden die Transportmengen (in t) mit der Transportdistanz (in km) multipliziert. Das Gesamtverkehrsaufkommen bildet die Grundlage zur Ermittlung weiterer Kennzahlen, wie z.B. des Verkehrsträgeranteils. Wie alle absoluten Kennzahlen ist das Gesamtverkehrsaufkommen alleine wenig aussagekräftig.

²³² Vgl. Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 1997 und Bichler, 2007

Verkehrsträgeranteil

$$\text{Verkehrsträgeranteil} = \frac{\text{Verkehrsaufkommen eines Verkehrsträgers [tkm oder t]}}{\text{Gesamtverkehrsaufkommen [tkm oder t]}}$$

Sowohl die Anlieferung als auch die Distribution kann mittels verschiedener Transportmittel erfolgen. Sendungen können entweder mit LKW, Bahn, Schiff oder in seltenen Fällen auch mittels Flugzeug erfolgen. Der Verkehrsträgeranteil gibt Aufschluss über die Umweltauswirkungen, die durch den Transport anfallen. Je höher der Anteil des LKWs oder des Flugzeuges, desto negativer ist dies für die Umwelt.

Treibhausgasemissionen Verkehr gesamt bzw. bezogen auf das Gesamtverkehrsaufkommen

$$\text{Treibhausgasemissionen Verkehr gesamt [kg CO}_2\text{e]}$$

Die Treibhausgasemissionen, die durch den Transport insgesamt verursacht werden, geben Aufschluss über die absoluten Umweltbelastungen durch die Transporte des Unternehmens. Die Kennzahl ist abhängig von dem Verkehrsträgeranteil, den eingesetzten Transportmitteln und dem Gesamtverkehrsaufkommen.

$$\begin{aligned} &\text{Treibhausgasemissionen Verkehr bezogen auf das Gesamtverkehrsaufkommen} \\ &= \frac{\text{Treibhausgasemissionen Verkehr gesamt [kg CO}_2\text{e]}}{\text{Gesamtverkehrsaufkommen [t oder tkm]}} \end{aligned}$$

Bezieht man die Treibhausgasemissionen auf das Gesamtverkehrsaufkommen, so erhält man einerseits die Möglichkeit zu einem Vergleich mit anderen Unternehmen, andererseits kann man die Wirksamkeit von Umweltmaßnahmen überprüfen.

Auslastungsgrad

$$\text{Auslastungsgrad} = \frac{\text{Transportierte Menge [t]}}{\text{Maximale Transportmenge [t]}}$$

Der Auslastungsgrad bezieht sich auf die Masse der Zuladung. Der maximale Auslastungsgrad ist erreicht, wenn das höchst zulässige Gesamtgewicht erreicht wird. Je höher die Auslastung, desto höher die Effizienz. Jedoch sollte man bedenken, dass es bei großvolumigen Teilen vorkommen kann, dass der Ladungsträger voll beladen ist, jedoch die maximale Transportmenge nicht erreicht wird.

Treibstoffeffizienz

$$\text{Treibstoffeffizienz} = \frac{\text{Treibstoffverbrauch [l]}}{\text{Transportleistung [tkm]}}$$

Die Treibstoffeffizienz ist abhängig vom Treibstoffverbrauch und der Auslastung des Transportmittels. Je höher die Auslastung desto effizienter ist der Transport.

Durchschnittliche Entfernung der Lieferanten

$$\text{Durchschnittliche Entfernung Lieferanten [km]} = \frac{\sum \text{Distanzen Lieferanten zum Produktionswerk [km]}}{\text{Anzahl der Lieferanten}}$$

Die durchschnittliche Entfernung der Lieferanten ist ein Indikator für deren geographische Lage. Zudem wird durch die durchschnittlichen Entfernungen der Lieferanten das Gesamtverkehrsaufkommen beeinflusst.

Leerkilometeranteil

$$\text{Leerkilometeranteil [\%]} = \frac{\text{Leerkilometer}}{\text{Gesamtkilometer}} * 100$$

Eine andere Möglichkeit um den Auslastungsgrad zu ermitteln ist der prozentuelle Anteil von Leerkilometern an der Gesamtfahrstrecke. Der Leerkilometeranteil gibt Aufschluss über die optimale Tourenplanung und -kontrolle. Zudem liefert der Leerkilometeranteil pro Fahrzeug Hinweise darüber, ob für die jeweiligen Transporte das richtige Transportmittel gewählt wurde.

Durchschnittliche Anzahl der Umschläge je Transport

$$\text{Durchschnittliche Anzahl der Umschläge je Transport} = \frac{\text{Gesamtzahl Umschläge}}{\text{Gesamtzahl Transporte}}$$

Die Anzahl der Umschläge je Transport ist ein Indikator für den Transportprozess. Die Kennzahl ändert sich mit den verwendeten Strategien.

7.2.2 Umweltmanagementkennzahlen

Umweltmanagementkennzahlen bilden die Anstrengungen und den Erfolg des Managements ab die Umweltauswirkungen zu reduzieren.²³³

Zielerreichungsgrad

$$\text{Zielerreichungsgrad} = \frac{\text{Anzahl erreichter Umweltziele}}{\text{Anzahl gesetzter Umweltziele (gesamt)}}$$

Der Zielerreichungsgrad dient zur Abbildung des Umsetzungszustandes der gesetzten Umweltziele. Die Formulierung von Umweltzielen ist notwendig, um die Umweltauswirkungen zu reduzieren und bildet die Basis für einen Verbesserungsprozess.

Schulungen

Anteil geschulter Mitarbeiter im Umweltschutz

$$\text{Anteil ökologisch orientierter Schulungen} = \frac{\text{Schulungen im Umweltschutz}}{\text{Schulungen (gesamt)}}$$

$$\text{Anteil ökologisch orientierter Vorschläge} = \frac{\text{Ökologisch orientierte Vorschläge}}{\text{Vorschläge (gesamt)}}$$

Geschulte Mitarbeiter sind die Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung von Umweltstrategien und zur Erreichung der Umweltziele. Schulungen dienen dazu, das Umweltbewusstsein zu wecken. Der Anteil der ökologisch orientierten Vorschläge kann zur Überprüfung des Erfolges von Schulungen herangezogen werden.

Lieferanten

$$\text{Anteil Lieferanten mit Umweltmanagementsystem} = \frac{\text{Lieferanten mit UMS}}{\text{Lieferanten (gesamt)}}$$

$$\text{Anteil umweltzertifizierter Lieferanten} = \frac{\text{Umweltzertifizierte Lieferanten}}{\text{Lieferanten (gesamt)}}$$

²³³ Vgl. Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, 2001, S.618

Wie bereits erwähnt, sind oftmals die Umweltauswirkungen eines Unternehmens von denen der Lieferanten abhängig. Daher sollte ein Unternehmen bestrebt sein, dass seine Zulieferer ebenfalls Umweltprogramme verabschieden.

7.2.3 Kennzahlen zum Ressourceneinsatz

Kennzahlen über den Ressourceneinsatz geben Aufschluss über den effizienten Einsatz von Ressourcen.

Verpackungsmaterial

Verpackungsmenge gesamt [t]

$$\text{Anteil Mehrwegverpackungen} = \frac{\text{Mehrwegverpackungen [t]}}{\text{Verpackungen gesamt [t]}}$$

Die Verpackungskennzahlen sind ein Indikator einerseits für die eingesetzten Materialmengen in diesem Bereich, andererseits für die anfallenden Abfallmengen, die aufgrund von Transporten entstehen.

Energieeinsatz

Gesamtenergieeinsatz = \sum Einsatz der einzelnen Energieträger [kWh]

$$\text{Energieträgeranteil} = \frac{\text{Einsatz des Energieträgers [kWh]}}{\text{Gesamtenergieeinsatz [kWh]}}$$

$$\text{Anteil regenerativer Energieträger} = \frac{\text{Einsatz regenerativer Energie [kWh]}}{\text{Gesamtenergieeinsatz [kWh]}}$$

$$\text{Spezifischer Energieeinsatz pro Lagerfläche [kWh/m}^2\text{]} = \frac{\text{Gesamtenergieeinsatz Lager [kWh]}}{\text{Lagerfläche gesamt [m}^2\text{]}}$$

Die Grundlage für alle Energiekennzahlen ist der Gesamtenergieeinsatz. Da bei den verschiedenen Energieträgern und Verbrauchern oftmals verschiedene Einheiten zur Angabe des Energieeinsatzes verwendet werden, sollten alle ermittelten Werte zunächst umgewandelt werden, am besten in Kilowattstunden (kWh), um einen Vergleich zu ermöglichen. Aufgrund des Gesamtenergieeinsatzes kann dann der Energieträgeranteil bzw. der Anteil regenerativer

Energieträger in Prozent errechnet werden. Mithilfe dieser Kennzahlen lässt sich der Stellenwert emissionsarmer Energieträger im Unternehmen abbilden. Bezieht man den Energieeinsatz auf die Lagerfläche bzw. Gebäudefläche, so können die Erfolge von Energiesparmaßnahmen bzw. gebäudebezogenen Maßnahmen beurteilt werden.

7.3 Auswirkungen der Maßnahmen auf die Kennzahlen

Konzept/Kennzahl		Gesamtverkehrsaufkommen [tkm]	Verkehrsträgeranteil			Treibhausgasemissionen Verkehr gesamt [kg CO2e]	Treibhausgasemissionen Verkehr je tkm [kg CO2e/tkm]	Auslastungsgrad	Ø Entfernungen der Lieferanten [km]	Treibstoffverbrauch [l/tkm]	Leer-kilometeranteil	Ø Anzahl der Umschläge je Transport
			LKW	Bahn	Schiff							
Transportstruktur	Integrierte Produktion	↓				↓		↓		↓	↓	
	Lieferantenparks	↓	↓			↓		↓		↓	↓	
	Local Sourcing	↓	↑			↓		↓		↓	↓	
	GVZ	↓		↑		↓	↑		↓	↓	↑	
Transportprozess	IT	Planungssysteme	↓		↑		↓	↑		↓	↓	
		Frachtenbörsen	↓				↓	↑		↓	↓	
		Telematik	↓				↓	↑		↓	↓	
		Durchgängige Datenmanagementsysteme	↓				↓	↑		↓	↓	
	Lieferkonzepte	Direktverkehr	↓↑	↑			↓↑	↓		↑	↑	↓
		Milkrun	↓				↓	↑		↓	↓	↓
		Gebietsspedition	↓				↓	↑		↓	↓	↓
		Ansätze zur Lösung des letzten Meile Problems	↓				↓	↑		↓		
	Kooperationen	Speditionskooperationen	↓				↓	↑		↓	↓	↑
		Kooperationen bei der Distributionslogistik	↓				↓	↑		↓	↓	
		Unternehmensübergreifende Steuerung	↓				↓	↑		↓	↓	
		City Logistik	↓		↑		↓	↑		↓	↓	↑
Transportmittel	Kombinierter Verkehr	↓	↓	↑	↑	↓	↑		↓	↑	↑	
	Modifikationen am Fahrzeug					↓			↓			
	Einsatz größerer Fahrzeuge	↓				↓			↓			
	Organisatorische Maßnahmen					↓			↓			

Tabelle 11: Übersicht Kennzahlen

V Schlussfolgerungen

Durch verbesserte Planung und Organisation der Logistikprozesse ist eine Steigerung sowohl der ökologischen als auch logistischen Effizienz möglich. Die beschriebenen Strategien bringen zudem oftmals neben den ökologischen Vorteilen auch ökonomische mit sich und führen somit zu keinem Zielkonflikt zwischen Ökonomie und Ökologie. Beide Ziele können simultan erreicht werden, so bringt eine höhere Effizienz der Transportvorgänge neben niedrigeren Kosten auch verminderte Schadstoffausstöße und geringere Umweltbelastungen mit sich. Jedoch liegen nicht in allen Fällen die Kostenvorteile überall gleich auf der Hand, wie z.B. bei der Verlagerung auf alternative Verkehrsträger, hier ist die Logistik gefordert durch entsprechende Maßnahmen, die Prozesse wirtschaftlich tragbar und leistungsfähig zu gestalten.

Alle logistischen Prozesse, insbesondere der Transport, sind immer mit Umweltbelastungen verbunden. Das Ziel und die Aufgabe einer nachhaltigen grünen Logistik muss es daher sein die negativen Umwelteinflüsse, welche durch die Logistik verursacht werden, weitestgehend zu reduzieren. Neben technischen Optimierungspotentialen bieten vor allem organisatorische Maßnahmen hohe Einsparungspotentiale. Jedoch werden organisatorische Maßnahmen von vielen Unternehmen in ihren Umweltschutzstrategien vernachlässigt, da nach wie vor die Hauptstrategie darin besteht, in neue umweltfreundliche Technologien zu investieren. Dies ist zwar ein Schritt in die richtige Richtung, jedoch werden beträchtliche Reduktionspotentiale dadurch nicht realisiert. Betrachtet man die Reduktionspotentiale der organisatorischen Maßnahmen, so sind hohe Einsparungen zumeist mit einer verstärkten Kooperationsbereitschaft und einem erhöhten Planungsaufwand verbunden.

Es ist davon auszugehen, dass das Thema Umwelt in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnt. Sind es heute vor allem die Big Player, die im Fokus der Öffentlichkeit stehen, werden in Zukunft auch kleine und mittlere Transportunternehmen dazu aufgefordert sein neben dem Preis auch verstärkt Umweltaspekte in ihre Überlegungen einzubeziehen.

Fazit

Eine umweltfreundliche Gestaltung der Logistikprozesse bietet Unternehmen Chancen sich Wettbewerbsvorteile zu sichern, wenn es gelingt die Umweltschutz- mit Kostensenkungs- und Differenzierungspotentialen zu verbinden. Viele Experten sehen es als erwiesen, dass sich langfristig diejenigen Logistikunternehmen durchsetzen werden, die ihre Umweltbemühungen ernst nehmen. Nur wer es schaffen wird, den gestiegenen Anforderungen gerecht zu werden und entsprechende Maßnahmen setzt, wird im Wettbewerb überleben. Diejenigen, die nur auf einen Marketingeffekt setzen, werden mit Umsatzeinbußen rechnen müssen, denn der Faktor Umwelt wird zunehmend zu einem Kostenfaktor werden.

Der Stellenwert der Umwelt in der Logistik wird in Zukunft weiter steigen. Hierfür gibt es eine Vielzahl von Gründen, steigende Rohstoffpreise und Energiekosten, eine weitere Zunahme der globalen Vernetzung und in weiterer Folge eine Zunahme der Umweltbelastungen. Zudem ist damit zu rechnen, dass die externen Umweltkosten in naher Zukunft von den Verursachern und nicht mehr von der Allgemeinheit getragen werden. Deshalb sollten sich Unternehmen schon heute auf die steigende Bedeutung des Faktors Umwelt in der Logistik einstellen, ihre Planung und Strategie um ökologische Gesichtspunkte erweitern und sich damit langfristige Wettbewerbsvorteile sichern.

VI Verzeichnisse

1 Literaturverzeichnis

Aberle, Gerd: Transportwirtschaft, Einzelwirtschaftliche und gesamtwirtschaftliche Grundlagen, München, Wien, 2000

Andres, Marco: Telematiksysteme für die eLogistik, Anwendungsbereiche, Lösungen, Marktüberblick, Dortmund, 2004

Arnold, Dieter; Furmans, Kai; Isermann, Heinz: Handbuch Logistik, Berlin, 2008

Arronson, Hakan; Brodin, Maria: The environmental impact of changing logistics structures, Department of Management and Economics, Institute of Technology, Linköping, Sweden, 2006

Bahrami, Kouros: Horizontale Transportlogistik-Kooperationen – Synergiepotenzial für Hersteller kurzlebiger Konsumgüter, Wiesbaden, 2003

Baum, Herbert; Kling, Thomas: Verringerung von Leerfahrten im Straßengüterverkehr, Untersuchung im Auftrag des Ministeriums für Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 1995

Baumgarten, Helmut; Hidber, Carl; Steger, Ulrich: Güterverkehrszentren und Umwelt, Bern, 1996

Baumgartner, Michael; Leonardi, Jaques; Krusch, Oliver: CO₂-Reduktion und Energieeffizienz im Straßengüterverkehr, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg, 2004 (zit. 2004a)

Baumgartner, Michael; Leonardi, Jaques: Optimierte Disposition und Telematik steigern Effizienz im deutschen SGV, Internationales Verkehrswesen 5/2004, S. 197-201, (zit. 2004b)

Bensel, Norbert: Multimodale Transport- und Logistikkette unter besonderer Berücksichtigung der Logistik, in: Baumgarten, Helmut (Hrsg.): Das Beste der Logistik, Innovationen, Strategien, Umsetzungen, Berlin, 2008, S.219-228

Berg, Claus: Chancen und Risiken von logistischen Kooperationen in der Lebensmittelbranche- Erfahrungen und Kooperationen im süddeutschen Bereich, 1. Praxisforum „Logistik in der Ernährungswirtschaft“, 2006

BIA Bremer Innovationsagentur: Frachten- und Laderaumbörsen: Ein Überblick, Bremen, 2003

Bichler, Klaus: 100 Logistikkennzahlen, Wiesbaden, 2007

Bischoff, Jürgen; Barthel, Holger; Eisele, Michael: Automobilbau mit Zukunft, Konzept und Baustein für Produktion und Logistik, Stuttgart, 2007

Brandenburg, Hans u.a.: Güterverkehr-Spedition-Logistik, Leistungserstellung in Spedition und Logistik, Troisdorf, 2008

British Standards Institute: Guide to PAS 2050, How to assess the carbon footprint of goods and services, London, 2008

Bundesamt für Güterverkehr: Marktbeobachtung, Internetgestützte Frachtvermittlung, Köln, 2006

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Verkehr in Zahlen, Österreich, 2007

Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt: Leitfaden Betriebliche Umweltkennzahlen, Berlin, Bonn, 1997

Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt: Handbuch Umweltcontrolling, München, 2001

Caduff, Gabriel: Umweltorientierte Leistungsbeurteilung: Ein wirkungsorientiertes Kennzahlensystem, Wiesbaden, 1998

Cetinkaya, Balkan: Umwelt und Logistik, in: Straube, Frank; Pfohl, Hans-Christian: Trends und Strategien in der Logistik – Globale Netzwerke im Wandel, Bremen, 2008, S.62-81

Croxton, Keely; Zinn, Walter: Inventory considerations in network design, Journal of Business Logistics, Vol. 26, No. 1, S. 149-168, 2005

DIN EN ISO 14031-02/2000: Umweltmanagement - Umweltleistungsbewertung - Leitlinien

DIN 30781 Teil 1 DIN 30781-1 05.89: Transportkette; Grundbegriffe

Doluschitz, Reiner; Pape, Jens: Umweltkennzahlen und ökologische Benchmarks als Erfolgsindikatoren für das Umweltmanagement in Unternehmen der baden-württembergischen Milchwirtschaft, Stuttgart, 2002

Düsseldorf, Karl; Lohre, Dirk; Wuppermann, Dieter: Umweltmanagement in logistischen Dienstleistungsunternehmen, Abschlussbericht des Projektes LUM –Logistik- und Umweltmanagement, Beiträge der Arbeitsgruppe LUM Nr. 1, Duisburg, 2002

ECMT: Trends in the Transport Sector: 1970-1998, OECD, Paris, 2000

EEA: Transport and environment: on the way to a new common transport policy, TERM 2006: indicators tracking transport and environment in the European Union, European Environment Agency, Report No. 1, 2007

Eickemeier, Sabine: Kombiniertes Ladungsverkehr, Produktionsorientierte Strategiekonzepte für die Deutsche Bahn AG, Berlin, 1997

Esty, Daniel C.; Winston, Andrew W.: Green to Gold, How smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage, New Haven, 2006

Europäische Kommission: White Paper: European transport policy for 2010: time to decide, Brüssel, 2001

Europäische Kommission: Carbon Footprint - what it is and how to measure it, European Platform on Life Cycle Assessment, European Commission – Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, 2007

Europäische Union: Verordnung (EG) Nr. 761/2001 des europäischen Parlamentes und des Rates über die freiwillige Beteiligung von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung (EMAS), 2001

Fraunhofer IPA: Lieferantenparks in der europäischen Automobilindustrie, Studie, Wirtschaftswoche 2005

Glaser, Jürgen: Güterverkehrszentren, Konzepte zwischen Euphorie und Skepsis, in: Läßle, Dieter (Hrsg.): Güterverkehr, Logistik und Umwelt, Analysen und Konzepte zum interregionalen und städtischen Verkehr, Hamburg, 1993

Gleißner, Thomas; Femerling, Christian: Logistik, Grundlagen-Übungen-Fallbeispiele, Wiesbaden, 2008

Gregori, Gerald: Skriptum zur Vorlesung Handelsmanagement und Verkauf, E-Logistics: Last Mile Solutions, Wien, 2003

Gudehus, Timm: Logistik, Grundlagen, Strategien, Anwendungen, Berlin, 2005

Göpfert, Ingrid: Logistik Führungskonzeption – Gegenstand, Aufgaben und Instrumente des Logistik-Managements und –Controllings, München, 2000

Göpfert, Ingrid: Logistik-Controlling der Zukunft. In: Controlling-Wissen, Heft 7, 2001, S. 347-355

Günthner, Willibald u.a.: Technologie für die Logistik des 21. Jahrhunderts, In: Wimmer, Thomas; Wöhner, Heike (Hrsg.): Kongressband zum 25. Deutschen Logistik-Kongress Berlin, Hamburg, 2008, S. 360-393

Haasis, Hans-Dietrich: Produktions- und Logistikmanagement, Planung und Gestaltung von Wertschöpfungsprozessen, Berlin, 2008

Hellenthal, Frank: Umweltmanagement nach der Öko-Audit-Verordnung, Kritische Betrachtung und Perspektiven durch das Konzept der ökologischen Unternehmensbewertung, Marburg, 2001

Hensel, Jutta: Netzwerkmanagement in der Automobilindustrie: Erfolgsfaktoren und Gestaltungsfaktoren, Wiesbaden, 2007

Hesse, Markus; Rodrigue, Jean-Paul: The transport geography of logistics and freight distribution, Journal of Transport Geography, Vol. 12, No. 3, 2004, S. 171-184

Hülsmann, Michael; Grapp, Jörn: Nachhaltigkeit und Logistik-Management – Konzeptionelle Betrachtungen zu Kompatibilität – Komplexität – Widersprüchen – Selbststeuerung, in: Müller-Christ, Georg; Arndt, Lars; Ehnert, Ina (Hrsg.): Nachhaltigkeit und Widersprüche – Eine Managementperspektive, Hamburg, 2007, S.83-126

Jühnemann, Reinhardt: Materialfluß und Logistik: Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen, Berlin, 1989

Koche, Uwe: Potentiale einer gemeinsamen Distribution-Erste Ergebnisse einer aktuellen Untersuchung, Praxisforum Logistik, 2006

Kohn, Christofer: Towards CO₂ efficient centralised distribution, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertations, No. 1220, Linköping, 2008

Kopfer, Herbert; Schneider, Sabine; Bierwirth, Christian: Fracht- und Laderaumbörsen im Internet: Von der Pinnwand zum Auktionshaus, Universität Bremen / Lehrstuhl für Logistik, 2000

Kramer, Mathias; Strebel, Heinz; Kayser, Gernot: Internationales Umweltmanagement 3, Operatives Umweltmanagement im internationalen und interdisziplinären Kontext, Wiesbaden, 2003

Kremer, Silke: Verkehrsreduzierung durch Speditonskooperationen und Vernetzungsstrategien, Raumbezug und Folgewirkungen, Aachen, 2000

Kubenz, Michael: Straßengüterverkehr, Bedeutung, Probleme und innovative Konzepte, in: Baumgarten, Helmut (Hrsg.): Das Beste der Logistik, Innovationen, Strategien, Umsetzungen, Berlin, 2008, S.229-245

Kuhn, Axel.; Hellingrath, Bernd: Supply Chain Management – Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette, Berlin, 2002

Landwehr, Thomas: Nachhaltiges Umweltmanagement in der Logistik, in: Haasis, Hans Dietrich (Hrsg.): Nachhaltige Innovationen in Produktion und Logistik, Frankfurt am Main, Wien, 2007, S.129-140

Lasch, Rainer: Der Aufbau der Telematik-Infrastruktur als Staatsaufgabe, TU Dresden, 2002

Lee, Su-Yol: Drivers for the participation of small and medium-sized suppliers in green supply chain initiatives, Supply Chain Management: An international Journal 13/3, 2008, S. 185-198

Martin, Heinrich: Transport-und Lagerlogistik, Planung, Steuerung, Struktur, und Kosten von Systemen der Intralogistik, Wiesbaden, 2009

McKinnon, Alan: Logistical Restructuring, Freight Traffic Growth and the Environment, in Bannister, David (Hrsg.): Transport Policy and the Environment, London, 1998, S.97-110

McKinnon, Alan: Logistics and the Environment, in: Hensher, David A., Button, Kenneth J. (Hrsg.): Handbook of Transport and the Environment, Handbooks in Transport, Oxford, 2003, S.665-686

Miebach Consulting: Global Logistics Trends Study 2009 –Go Local for Performance, Key Results of the Global Logistics and Supply Chain Trend Study, Frankfurt, 2009

Oexler, Petra: Citylogistik- Dienste: Präferenzanalyse bei City Logistik Akteuren und Bewertung eines Pilotbetriebs dargestellt am Beispiel der dienstleistungsorientierten City Logistik Regensburg, Dissertation Uni München, 2002

Pankratz, Giselher; Steinlein, Julian: Konsolidierte Disposition von Eigentransport und Fremdvergabe in Distributionskooperationen komplementärer Lieferanten, in: Mönch, Lars; Pankratz, Giselher: Intelligente Systeme zur Entscheidungsunterstützung, San Diego/Erlangen, 2008, S. 163-178

Pfohl, Hans-Christian: Logistikmanagement, Konzeption und Funktion, Berlin, 2004, (zit. 2004a)

Pfohl, Hans-Christian: Logistiksysteme, Betriebswirtschaftliche Grundlagen, Berlin, 2004, (zit. 2004b)

Pfohl, Hans-Christian; Gomm, Moritz; Hofmann, Erik: Netzwerke in der Transportlogistik, Eine Studie Über Potentiale und Zukunftsaussichten in der Neugestaltung von Transporten im Komplettladungssegment, Darmstadt, 2003

Plümer, Thomas: Logistik und Produktion, München, 2003

PricewaterhouseCoopers: Land unter für den Klimaschutz?, Die Transport- und Logistikbranche im Fokus, 2009

Porter, Michael; Linde, Claas: Green and Competitive: Ending the Stalemate, Harvard Business Review, September-October 1995, S.119- 134

Richter, Gabriele; Riedl, Clemens; Tiebler, Petra; Umweltdynamik im Transport, Chancen für Spediteure und Verlader, Bern, Stuttgart, Wien, 1997

Riemer, Kai: E-Commerce und Supply-Chain-Management - Maßnahmen und Instrumente zur Verbesserung der Koordination in Lieferketten, Kompetenzzentrum Internetökonomie und Hybridität, Uni Münster, 2008

Rodrigue, Jean-Paul; Slack, Brian; Comtois, Claude: Green Logistics (The Paradoxes of), in: Brewer Ann u.a. (Hrsg): The Handbook of Logistics and Supply-Chain Management, London, 2001

Sommer, Peggy: Umweltfokussiertes Supply Chain Management - Am Beispiel des Lebensmittelsektors, Wiesbaden, 2007

Souren, Rainer: Umweltorientierte Logistik, in: Dyckhoff, Harald: Umweltmanagement, Zehn Lektionen in umweltorientierter Unternehmensführung, Berlin, 2000

Stern, Nicholas: The Economics of Climate Change, The Stern Review, Cambridge, 2006

Stölzle, Wolfgang; Gareis, Karin: Konzepte der Beschaffungslogistik- Anforderungen und Gestaltungsalternativen, in: Hahn, Dietger; Kaufmann, Lutz (Hrsg.): Handbuch Industrielles Beschaffungsmanagement, Internationale Konzepte - Innovative Instrumente - Aktuelle Praxisbeispiele, Wiesbaden, 2002

The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard, 2004

Thoma, Lothar: City- Logistik: Konzeption- Organisation- Implementierung, Dissertation, Uni Freiburg, 1995

Toporowski, Waldemar: Logistik im Handel, Optimale Lagerstruktur und Bestellpolitik einer Filialunternehmung, Heidelberg, 1996

Umweltbundesamt: Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1/ 28, Februar 2004

Umweltbundesamt: Länger und schwerer auf Deutschlands Straßen: Tragen Riesen-Lkw zu einer nachhaltigen Mobilität bei?, Dessau, 2007

Vahrenkamp, Richard: Logistik, Management und Strategien, München, Wien, 2005

Vorbach, Stefan: Umweltkennzahlen und Balanced Scorecard, Skriptum, Graz, 2008

Wannenwetsch, Helmut: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik; Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion, Berlin, 2006

Werner, Helmut: Supply chain management: Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling, Wiesbaden, 2002

Wehberg, Götz: Ökologieorientiertes Logistikmanagement, Ein evolutionstheoretischer Ansatz, Wiesbaden, 1997

Wiedmann, Thomas; Minx, Jan: A Definition of Carbon Footprint, ISA UK Research Report 07-01, Durham, 2007

Wildemann, Horst; Niemeyer, Axel: Das Milkrun-Konzept: Logistikkostensenkung durch auslastungsorientierte Konsolidierungsplanung, München, ohne Jahreszahl

World Economic Forum: Supply Chain Decarbonization, The role of logistics and transport in reducing supply chain carbon emissions, Genf, 2009

Wu, Haw Jan; Dunn, Steven: Environmentally responsible logistics systems, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 25, No. 2, 1994, S. 20-38

Internet

Homepage zum Forschungsprojekt „Wirtschaftsverkehr in Ballungsräumen“ der TU Harburg

<http://www.vsl.tu-harburg.de/gv/index.html>

Eurostat-Homepage

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Spannungsfeld Green Logistics	7
Abbildung 2: Volkswirtschaftliche Motivation zum nachhaltigen Umweltmanagement in der Logistik.....	8
Abbildung 3: Treibhausgasemissionen im Jahre 2000 nach Emissionsquellen	9
Abbildung 4: Betriebswirtschaftliche Motivation zum nachhaltigen Umweltmanagement in der Logistik	10
Abbildung 5: Gesellschaftliche Motivation zum nachhaltigen Umweltmanagement in der Logistik.....	10
Abbildung 6: Gestaltungsparameter von Transportnetzen.....	20
Abbildung 7: Grundstrukturen von Logistiksystemen	21
Abbildung 8: Elementare Netzstrukturen.....	23
Abbildung 9: Beispiel Distributionsstruktur, zentrale Lagerhaltung	25
Abbildung 10: Anlieferkonzepte	26
Abbildung 11: Entwicklung des Güterverkehrs in Mio. tkm (Quelle Eurostat)	32

Abbildung 12: Transportleistung in Österreich 1990-2006 in Mio. tkm	33
Abbildung 13: Carbon Footprint	35
Abbildung 14: Umweltleistungsbewertung nach DIN ISO 14 031	41
Abbildung 15: Klassen von Umweltkennzahlen	42
Abbildung 16: Ansatzmöglichkeiten entlang der Supply Chain	46
Abbildung 17: Methodik	56
Abbildung 18: Telematiksystem-Funktionsprinzip.....	76
Abbildung 19: Milkrun-Konzept.....	84
Abbildung 20: Beispiel von Unternehmenskooperationen im Bereich der Distribution	95
Abbildung 21: Touren ohne City Logistik	99
Abbildung 22: City Logistik vom Güterverkehrszentrum aus	100
Abbildung 23: EuroCombi im Vergleich zu PKW und 40-Tonner	108
Abbildung 24: Gesamtemissionen Logistik 2005	111
Abbildung 25: Erfolgspotentiale der einzelnen Maßnahmen für Speditionen.....	113
Abbildung 26: Erfolgspotentiale der einzelnen Maßnahmen für Industrieunternehmen	114
Abbildung 27: Absolute Reduktionspotentiale	115
Abbildung 28:Umweltmanagementzyklus	124
Abbildung 29: Überblick Emissionen Greenhouse Gas Protocol	146
Abbildung 30: B2C-Ablauf.....	150
Abbildung 31: B2B-Ablauf.....	150

3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundelemente von Transportnetzwerken	19
Tabelle 2: Vor- und Nachteile der Verkehrsträger	30
Tabelle 3: Schadstoffausstöße von Verkehrsmitteln	31
Tabelle 4: Vorteile GVZ	66
Tabelle 5: Determinanten der Tourenplanung	70
Tabelle 6: Vorteile des Gebietsspediteur-Konzepts	87
Tabelle 7: Alternative Lösungsansätze "Letzte Meile"	90
Tabelle 8: Auswirkungen verschiedener Einflüsse auf den Dieserverbrauch eines LKW in Litern pro 100 Kilometer.....	107
Tabelle 9: Zuordnung der Konzepte.....	122

Tabelle 10: Maßnahmenkatalog	124
Tabelle 11: Übersicht Kennzahlen	133

Anhang

A Greenhouse Gas Protocol-Methode²³⁴

Die Identifizierung und Berechnung der Treibhausgase läuft in 5 Schritten ab. Für das weitere Verständnis sollte man erwähnen, dass das GHG-Protocol zur leichteren Unterscheidung von direkt und indirekt verursachten Emissionen die Ausstöße in 3 Kategorien, sogenannte Scopes, unterteilt. Scope 1 beinhaltet die direkt verursachten Treibhausgase, also Emissionen aus Quellen, die dem Unternehmen gehören oder vom Unternehmen kontrolliert werden, wie z.B. Ausstöße von Fahrzeugen oder Turbinen des Unternehmens bzw. Emissionen, die durch Produktionsprozesse verursacht werden. Scope 2 beinhaltet indirekte Emissionen, die bei der Herstellung der zugekauften Elektrizität anfallen. Scope 3 ist eine zusätzliche, optionale Kategorie für alle anderen indirekten Emissionen in vor- und nachgelagerten Prozessen, wie z.B. Treibhausgase, die bei der Herstellung von Rohstoffen anfallen oder durch Fahrzeuge von Vertragspartnern verursacht werden. Zudem müssen auch organisatorische Grenzen gezogen werden, z.B. ob Subunternehmer in die Erfassung einbezogen werden oder nicht.

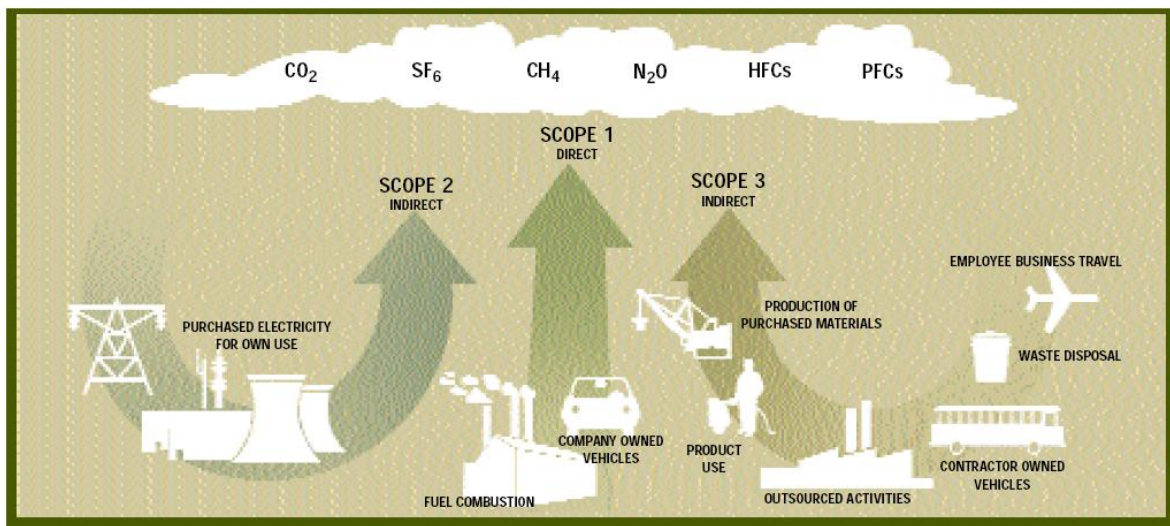


Abbildung 29: Überblick Emissionen Greenhouse Gas Protocol²³⁵

Identifizierung: Zunächst einmal müssen die Quellen der Emissionen identifiziert werden. Üblicherweise werden laut GHG Protocol Treibhausgase von folgenden Quellen verursacht:

²³⁴ Vgl. The Greenhouse Gas Protocol, 2004

²³⁵ Abbildung entnommen aus: The Greenhouse Gas Protocol, 2004, S.26

- Stationäre Verbrennung: Verbrennung von Treibstoffen in stationären Anlagen, wie in Boilern, Turbinen, Heizungen, Öfen, etc.
- Mobile Verbrennung: Verbrennung von Treibstoffen in Autos, LKWs, Schiffen, Zügen, Flugzeugen, etc.
- Prozess-Emissionen: Emissionen, die durch physikalische oder chemische Prozesse verursacht werden, wie z.B. CO₂ beim Brennprozess der Zementerzeugung
- Diffuse Emissionen: Beabsichtigte oder unbeabsichtigte Freisetzung von Treibhausgasen, z.B. bei Kühltürmen

Bei dem GHG-Protocol werden zuerst die Scope 1 und dann die Scope 2 und 3 Emissionen identifiziert.

Auswahl des Kalkulationsansatzes: Eine direkte Messungen der Treibhausgase durch permanentes Monitoring ist nicht üblich. Normalerweise werden die Emissionen anhand einer Massenbilanz kalkuliert. Der gebräuchlichste Ansatz baut auf der Anwendung von dokumentierten Emissionsfaktoren auf. Dies sind Faktoren, die Treibhausgasemissionen, stellvertretend für Messungen, in ein Verhältnis zur verursachenden Quelle setzen. Dort, wo eine direkte Erfassung aus Kostengründen nicht möglich ist, können Emissionsdaten aus dem Treibstoff- und Energieverbrauch kalkuliert werden. Unternehmen sollten, die für sie exakteste Kalkulationsmethode heranziehen.

Datenerfassung und Auswahl der Emissionsfaktoren: Die meisten Unternehmen werden ihre Scope 1 Emissionen auf Basis der zugekauften Treibstoffmenge (z.B. Heizöl, Gas) und mittels veröffentlichter Emissionsfaktoren berechnen. Scope 2 Emissionen werden anhand des Elektrizitätsbedarfes und lieferantenspezifischer, lokaler oder publizierter Emissionsfaktoren berechnet. Scope 3 Emissionen werden anhand von Aktivitätsdaten und öffentlicher Emissionsfaktoren kalkuliert. In den meisten Fällen gibt es jedoch spezifische Faktoren, die den allgemeinen immer vorzuziehen sind. Insbesondere Industrieunternehmen, wie z.B. Aluminium- oder Stahlproduzenten, können auf kalkulierte Faktoren der jeweiligen Industrievereinigungen zurückgreifen.

Anwendung eines Kalkulationstools: Das GHG Protocol bietet verschiedene Tools zur Berechnung an. Dabei wird unterschieden zwischen sektorübergreifenden und sektorspezifischen Tools. In der Regel müssen mehrere Tools verwendet werden um alle Emissionen zu kalkulieren. Die sektorübergreifenden Tools umfassen Bereiche wie den

Transport oder den Stromverbrauch, sektorspezifische Tools erfassen Bereiche wie die Ausstöße bei der Stahl- oder Erdölherzeugung.

Zu jedem Tool gibt es eine Anleitung mit Prozessbeschreibung und Erklärung der Kalkulationsmethode. Zudem kann man zwischen verschiedenen Emissionsfaktoren und Kalkulationsvarianten wählen. So kann man z.B. bei der Kalkulation des Transportes je nach Datenverfügbarkeit den CO₂-Ausstoß entweder über den Treibstoffverbrauch oder über die zurückgelegte Fahrstrecke berechnen. Es werden alle Treibhausgase separat berechnet und dann, abhängig von ihrem Treibhauspotential (engl. Global Warming Potential, GWP), in CO₂ umgerechnet.

Zusammenfassung aller Daten: Abschließend muss man, um die gesamten Emissionen eines Unternehmens zu erhalten, die Daten der unterschiedlichen Bereiche, Fabriken, Betriebsstätten etc. zusammenrechnen. Dieser Schritt sollte sorgfältig geplant werden, um mögliche Fehler bei der Zusammenfassung zu vermeiden, zur Sicherstellung, dass alle Betriebsstätten nach denselben Kriterien kalkulieren und um den Berichtsaufwand zu minimieren. Idealerweise sollte das GHG-Reporting in das schon bestehende Reporting eingebaut werden. Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten für die Datensammlung:

- Zentralisiert: Jede Betriebsstätte schickt ihre Aktivitätsdaten, wie Elektrizitätsverbrauch, Treibstoffverbrauch etc., an eine zentrale Stelle, von wo aus die Treibhausgasemissionen für das gesamte Unternehmen berechnet werden.
- Dezentralisiert: Jede Betriebsstätte errechnet nach denselben Methoden die Emissionen und sendet diese Daten an eine übergeordnete Stelle zur Sammlung und Berechnung der Endemissionen.

Der Unterschied zwischen den beiden Varianten ist der unterschiedliche Ort der Berechnung, dies beeinflusst auch, wo und vor allem welche Maßnahmen zur Qualitätssicherung zum Einsatz kommen. Zudem sollte beachtet werden, dass die Kalkulation von Emissionen spezifisches Wissen erfordert und sich die Faktoren von Betriebsstätte zu Betriebsstätte unterscheiden.

Grundsätzlich sollten, egal ob zentraler oder dezentraler Ansatz, in den Berichten folgende Aussagen enthalten sein:

- eine kurze Beschreibung der Emissionsquelle
- eine Auflistung und Begründung von spezifischen Ausnahmen

- Informationen aus dem Vorjahr als Vergleichsbasis
- Trends, die aus den gesammelten Daten hervorgehen
- Angaben zu Unsicherheiten bei den gesammelten Daten und etwaige Verbesserungsvorschläge zur Verbesserung der Datenqualität
- eine Beschreibung von Ereignissen, die wesentliche Auswirkungen auf die erfassten Daten haben (Änderung der Kalkulationsmethode, Zukäufe etc.)
- Angaben über die gezogenen Organisationsgrenzen und ob Scope 3 Emissionen erfasst wurden oder nicht
- den Erfassungszeitraum
- alle Scope 1 und Scope 2 Emissionen zusammengefasst
- eine separate Auflistung der Emissionen für jedes Scope
- separate Auflistung der Emissionen für jedes Treibhausgas in Tonnen und in Tonnen CO₂-Äquivalent

B PAS 2050-Methode²³⁶

Die Berechnung der Emissionen erfolgt in fünf Schritten:

- Erarbeitung und Darstellung des Prozessablaufes
- Überprüfung der Systemgrenzen
- Sammlung und Erfassung der relevanten Daten
- Berechnung der Emissionen
- Überprüfung von Unsicherheiten (optional)

Erarbeitung des Prozessablaufes: Ziel dieses Schrittes ist es, alle Materialien, Aktivitäten und Prozesse zu erfassen, die zur Herstellung und Auslieferung des Produktes notwendig sind. Die Erarbeitung eines gut strukturierten Ablaufdiagramms ist die Basis für alle weiteren Schritte. Der Prozessablauf ist nicht nur die Grundlage für die Datensammlung, sondern auch für die spätere Berechnung. Am Beginn sollte das Produkt in die Bestandteile zerlegt werden, z.B. Rohstoffe, Verpackung. Zuerst sollte man sich auf die wichtigsten Teile konzentrieren und dann deren Bestandteile, Produktionsprozesse etc. identifizieren. Unten die Abbildungen der einzelnen Prozessschritte:

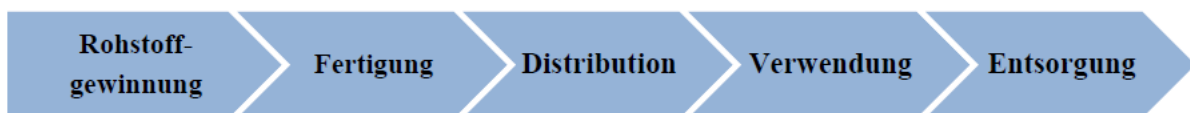


Abbildung 30: B2C-Ablauf²³⁷

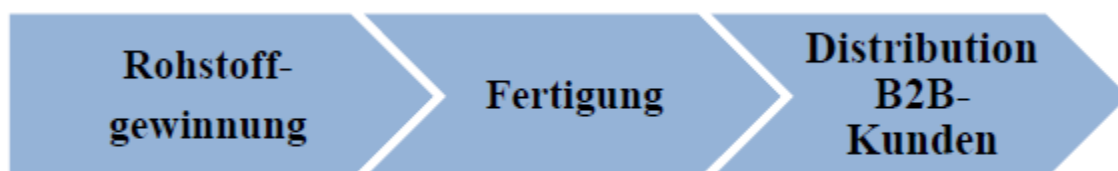


Abbildung 31: B2B-Ablauf²³⁸

²³⁶ Vgl. British Standards Institute, 2008

²³⁷ Abbildung in Anlehnung an British Standards Institute, 2008, S.11

²³⁸ Abbildung in Anlehnung an British Standards Institute, 2008, S.11

Bei B2B Produkten sei erwähnt, dass die Erfassung mit der Auslieferung an den Geschäftskunden endet, da diese als Inputs für die verschiedensten Produkte zum Einsatz kommen und zudem unterschiedlich entsorgt werden, z.B. Aluminium für die Herstellung von Getränkedosen oder zum Bau von Flugzeugen.

Überprüfung der Systemgrenzen: Sind die einzelnen Schritte erarbeitet, so müssen als erstes die Systemgrenzen gezogen und überprüft werden. Wer ist für welchen Schritt verantwortlich und wo werden die Emissionen verursacht? Danach muss die Vorgehensweise abgeklärt werden. Wo soll mit der Datenerfassung angefangen werden, bei den Rohstoffen, Transporten etc.? Anhand vorhandener Daten über Materialverbrauch, Transportkosten- und aufwand können Priorisierungen getroffen werden.

Sammlung und Erfassung der relevanten Daten: Danach geht es an die Erfassung und Sammlung der Daten. Diese müssen bestimmten Qualitätskriterien entsprechen. Grundsätzlich gibt es auch hier zwei Datentypen: Leistungsdaten (Materialverbrauch, Energieverbrauch etc.) und Emissionsfaktoren. Bei Leistungsdaten kann es sich um Primär- oder Sekundärdaten handeln. Primärdaten stammen aus direkten Messungen, die im Unternehmen oder von den Lieferanten gemacht wurden. Je mehr Primärdaten man sammelt, desto besser, da sie wesentliche Hilfestellung für Reduktionsmaßnahmen liefern. Diese können entlang der Supply Chain durch ein internes Team oder durch Dritte gesammelt werden. Bei Sekundärdaten handelt es sich um externe, nicht produktspezifische Daten. Sie stammen aus allgemeinen Messungen ähnlicher Prozesse oder Produkte z.B.: Emissionsfaktoren von Treibstoffen oder Energiequellen.

Berechnung der Emissionen: Die Berechnung der Emissionen ist nach der Datensammlung relativ simpel, da nur die Emissionsfaktoren mit den jeweiligen Leistungsdaten multipliziert werden und dann die jeweiligen Treibhausgase, abhängig vom GWP, in das CO₂-Äquivalent umgewandelt werden müssen. Grundsätzlich muss eine Massenbilanz erstellt werden, damit sichergestellt wird, dass alle Inputs und Outputs erfasst wurden. Damit wird gewährleistet, dass alle Materialien berücksichtigt wurden und z.B. auf Abfälle, die während des Prozesses anfallen, nicht vergessen wurde. Sind die Emissionen einmal berechnet, so kann man gut erkennen, wo die Haupttreiber liegen, und entsprechende Maßnahmen setzen.

Überprüfung von Unsicherheiten: Ziel dieses Schrittes ist es, Unsicherheiten aus der Kalkulation zu eliminieren und die Richtigkeit der Ergebnisse zu erhöhen. So kann der Anteil der Primärdaten erhöht oder die Qualität der Sekundärdaten verbessert werden.

C Tabellen Reduktionspotentiale

	Hindernisse für die Umsetzung			Aktueller Stand			Durchführbarkeit gerundet	Durchführbarkeit	Anwendungsbreite
	Kooperationsbereitschaft	Investmentbedarf	Planungsaufwand	Vorkommen	gescheiterte Projekte	aktuell in Planung			
Technische Optimierungspotentiale	10	6	9	9	10	9	0,9	0,88	9
Verkehrsträgerverlagerung	7	8	4	5	5	7	0,6	0,60	6
Energieeffiziente Gebäude	10	6	8	9	10	9	0,9	0,87	9
Verhaltensbezogene Maßnahmen	8	7	7	8	7	8	0,8	0,75	8
Verpackungsoptimierung	9	4	7	9	7	7	0,7	0,72	5
Optimierung der Lagerstrukturen	8	2	3	5	6	6	0,5	0,50	7
Speditionskooperationen	1	8	2	5	6	5	0,5	0,45	6
Distributionskooperationen	1	8	2	2	4	6	0,4	0,38	5
Frachtbörsen	2	8	4	5	5	5	0,5	0,48	5
City Logistik	1	3	2	3	2	4	0,3	0,25	2
GVZ	2	3	3	4	4	4	0,35	0,33	3
Milkrun	5	6	2	3	4	5	0,4	0,42	3
Gebietsspedition	5	6	2	4	5	5	0,5	0,45	3
Integrierte Produktion	1	2	4	1	1	2	0,2	0,18	2
Lieferantenparks	2	1	2	4	7	4	0,3	0,33	3,5
Telematik	9	5	6	5	6	8	0,7	0,65	6
Planungssysteme	10	4	5	3	6	6	0,6	0,57	5
Unternehmensübergreifende Steuerung/Durchgängige Datenmanagementsysteme	2	4	4	5	4	3	0,4	0,37	4
Local Sourcing	8	8	8	2	7	3	0,6	0,60	2
Bewertung									
Vorkommen, aktuell in Planung									
	8-10	sehr hoch							
	6-8	hoch							
	3-6	durchschnittlich							
	1-3	niedrig							
Kooperationsbereitschaft, Investmentbedarf, Planungsaufwand, gescheiterte Projekte									
	8-10	niedrig							
	6-8	durchschnittlich							
	3-6	hoch							
	1-3	sehr hoch							

	Maßnahme	Geschätztes Einsparungspotential absolut	Einflussfaktoren	Werte	Quellen
1.	Technische Optimierungspotentiale	157 Mt	Gesamtemissionen Straßengüterverkehr	1620 Mt	OECD, 2005 in WEF, 2009
			Einsparungen durch den Einsatz alternativer Antriebe	2,90%	Department for Transport in WEF, 2009
			Einsparungen durch technologische Verbesserungen	6,80%	Department for Transport in WEF, 2009
2.	Verkehrsträgerverlagerung	100 Mt	Gesamtemissionen Straßengüterverkehr	1620 Mt	OECD, 2005 in WEF, 2009
			Reduktionspotential Schiene gegenüber LKW	61%	Kramer, 2004
			Reduktionspotential Schiff gegenüber LKW	67%	Kramer, 2004
			Potentielle Verlagerung auf den kombinierten Verkehr	10%	Eigene Schätzung
3.	City-Logistik	-	Reduktion der Touren am Beispiel Augsburg	75%	TU Harburg
			Reduktion der Touren am Beispiel Kassel	50%	TU Harburg
			Reduktion der Touren am Beispiel Hamburg	20%	TU Harburg
4.	Güterverkehrszentren	-	Einsparungspotential Treibstoff am Beispiel GVZ Bremen	43%	Baumgarten u.a., 1996
5.	Optimierung der Lagerstrukturen	120 Mt	Gesamtemissionen Straßengüterverkehr	1620 Mt	OECD, 2005 in WEF, 2009
			Potentielle Einsparungen durch Änderungen der Strukturen	13%	Accenture in WEF, 2009
			Anteil der Transporte der durch die Netzwerkstrukturen beeinflusst wird	57%	WEF, 2009
6.	Gebietsspedition	-	Reduktion des Verkehrsaufkommens	80%	Vahrenkamp, 2005
7.	Milkrun	-	Reduktion der Schadstoffausstöße	40%	4Flow.de
8.	Verpackungsoptimierung	85 Mt	Totales Verpackungsvolumen	253 Mt	Research Company Ltd. in WEF, 2009
			Plastikanteil	48,30%	Research Company Ltd. in WEF, 2009
			Papieranteil	51,70%	Research Company Ltd. in WEF, 2009
			Emissionen einer Plastikverpackung	6kg/ (kg recyceltes Papier)	timetochange.org
			Emissionen einer Papierverpackung	0,83 kg / (kg recyceltes Papier)	timetochange.org
			Geschätzte Einsparungspotential	10%	Eigene Schätzung
9.	Verhaltensbezogene Maßnahmen	91 Mt	Gesamtemissionen Straßengüterverkehr	1620 Mt	OECD, 2005 in WEF, 2009
			Gesamtemissionen Gebäude	371 Mt	OECD, 2005 in WEF, 2009
			Einsparungen durch Fahrertrainings	6%	Vincanton, Carbon Trust, DHL
			Einsparungen durch verhaltensbezogene Maßnahmen in Gebäuden	10%	WEF, 2009
			Einflussmöglichkeiten auf gebäudebezogene Emissionen	50%	WEF, 2009
			Einflussmöglichkeiten auf fahrzeugbezogene Emissionen	75%	WEF, 2009
10.	Telematik	65 Mt	Gesamtemissionen Straßengüterverkehr	1620 Mt	OECD, 2005 in WEF, 2009
			Potentielle CO2-Reduktion	8%	Baumgartner; Leonardi, 2004
			Potential Deutschland, Transportleistungen	50%	Baumgartner; Leonardi, 2004
11.	Tourenplanung	33 Mt	Gesamtemissionen Straßengüterverkehr	1620 Mt	OECD, 2005 in WEF, 2009
			Potentielle CO2-Reduktion	4%	Baumgartner; Leonardi, 2004
			Potential Deutschland, Transportleistungen	50%	Baumgartner; Leonardi, 2004
12.	Kooperationen Distributionslogistik	-	Durchschnittliche Einsparungen Transportkosten	22, 8%	Ico-trans
			Durchschnittliche Einsparungen Transportkosten	10%	foodregio, Berg, 2006
12.	Speditionskooperationen	97,2 Mt	Gesamtemissionen Straßengüterverkehr	1620 Mt	OECD, 2005 in WEF, 2009
			Marktpotential Deutschland	60%	Baumgartner u.a., 2004
			Marktpotential weltweit	40%	Eigene Schätzung
			Potentielle CO2-Reduktion	15%	Baumgartner u.a., 2004
14.	Frachtenbörsen	16,2 Mt	Marktpotential Deutschland (Tagesgeschäft)	10-15%	Bundesamt für Güterverkehr, 2006
			Einflussmöglichkeit fahrzeugbezogene Emissionen	10%	Eigene Schätzung
			Reduktionspotential Frachtenbörse	10%	Eigene Schätzung
15.	Integrierte Produktion	-	-	-	-
16.	Lieferantenparks	-	-	-	-
17.	Local Sourcing	5 Mt	Potentielle Einsparungen aus Berechnungen des WEF	5 Mt	WEF, 2009
18.	Unternehmens- und prozesskettenübergreifende Steuerung/Implementierung durchgängiger Datenmanagementsysteme	55 Mt	Gesamtemissionen Straßengüterverkehr	1620 Mt	OECD, 2005 in WEF, 2009
			Reduktionspotential durch längere Reaktionszeiten	3,40%	WEF, 2009