



Universität Bremen

Fachbereich Wirtschaftswissenschaft | FB7

Schriftenreihe des
Lehrstuhls für
Logistikmanagement

Nr. 14
Jahrgang 2014

Finke, S. (Hrsg.)

Potentiale von Hub-and-Spoke Netzwerken
- In Übertragung auf den Containertransport -

Vuong, Thi Mai Anh

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 Einordnung und Abgrenzung des Themas.....	1
1.2 Forschungsfrage und Methodik.....	2
1.3 Gang der Argumentation.....	2
2 Hub-and-Spoke Netzwerke.....	4
2.1 Begriffsbestimmung.....	4
2.2 Geschichtliche Hintergründe der H&S-Netzwerke.....	4
2.3 Arten von H&S-Netzwerken.....	6
2.4 Optimierungsverfahren zur Entwicklung von H&S-Netzwerken.....	8
2.5 Vor- und Nachteile von H&S-Netzwerken.....	9
3 Containertransporte im H&S-Netzwerk.....	16
3.1 Die Containerisierung und das Wachstum des Handelsvolumens.....	16
3.2 Kostenarten beim Containertransport.....	18
3.2.1 Allgemeine Kosten.....	18
3.2.2 Kosten bezogen auf die Verkehrsmittel Schiff, LKW und Eisenbahn.....	19
4 Analyse des Umsetzungspotentials von H&S-Netzwerken.....	25
4.1 Die Nutzwertanalyse und ihre Vorgehensweise.....	25
4.2 Durchführung der Nutzwertanalyse.....	26
4.3 Ergebnisauswertung der Nutzwertanalyse.....	27
5 Zusammenfassende Darstellung.....	30
5.1 Zusammenfassung der Arbeit.....	30
5.2 Zukünftige Entwicklungen und Forschungsausblicke.....	31

Literaturverzeichnis..... A

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Strukturen der Hubnetze	7
Abbildung 2: Typen von Hub-Netzen	7
Abbildung 3: Multiplikatoreffekt von H&S Netzwerken	10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschätzter Containerverkehr auf den Haupthandelsrouten Ost - West von 2009-2012 (in Mio. TEU)	17
Tabelle 2: Zusammenfassung aller Kostenarten bei der Containerverschiffung	21
Tabelle 3: Zusammenfassung aller Kostenarten bei einem Containertransport mit dem Verkehrsträger LKW	23
Tabelle 4: Zusammenfassung der Kostenarten bei einem Transport mit der Eisenbahn	24
Tabelle 5: Zuordnung der Punktzahl zur Erfüllung des Kriteriums	25
Tabelle 6: Alternativen der Nutzwertanalyse	26
Tabelle 7: Zielkriterien mit er zugehörigen Gewichtung	27
Tabelle 8: Ermittlung des Gesamtnutzens für jede einzelne Alternative	27

Abkürzungsverzeichnis

ADA	Airline Deregulation Act
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAB	Civil Aeronautics Board
d. h.	das heißt
EU	Europäische Union
HALP	Hub Arc Location Problem
HCP	Hub Covering Problem
HLP	Hub Location Problem
H&S	Hub-and-Spoke
IT	Informationstechnologie
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
LKW	Lastkraftwagen
Mio.	Millionen
NWA	Nutzwertanalyse
o. S.	ohne Seitenangabe
pHMP	p-Hub Median Problem
pHZP	p-Hub Zentren Problem
PZ	Punktzahl
t	Tonne
TEU	Twenty Foot Equivalent Unit (Standardcontainer)
TN	Teilnutzen
US	United States
USA	United States of America
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Einordnung und Abgrenzung des Themas

In Folge der US-amerikanischen Deregulierung im Flug- und Straßengüterverkehr entwickelte sich mit dem Hub-and-Spoke Netzwerk (H&S-Netzwerk) eine neue Netzstruktur (Wagner 2006, 1). In diesem Netz sind viele verschiedene Orte miteinander verbunden, wobei die Orte sowohl als Quelle, als auch als Ziel für Personen und Güter dienen können. Anders als bei einem Direktverkehrsnetz werden die Personen und Güter nicht direkt von der Quelle zum Ziel befördert, sondern werden durch einen sogenannten Hub geleitet. Der Hub dient dabei als Sammelstelle bzw. Umschlagpunkt für Passagiere und Fracht (Wagner 2006, 7). Dadurch erhöht sich zwar die Reise- bzw. Transportdauer, aber die Anzahl der möglichen Verbindungen im Netz werden deutlich gesteigert. Durch die Vermeidung von Direktverbindungen kommt es außerdem zu einer Kostenreduzierung, da die Güter oder Personen im Hub gebündelt werden und deshalb größere Transportmittel zum Einsatz kommen können (Bryan/O’Kelly 1999, 276). Die Einsatzmöglichkeiten von H&S-Netzwerken gestalten sich sehr vielseitig, so finden diese z.B. im Flugverkehr, Straßengüterverkehr, der Schifffahrt und bei Kurier- oder Paketdiensten Anwendung.

Mit der fortschreitenden Globalisierung steigt der Wettbewerbsdruck aller Wirtschaftsbranchen an. Auch die Logistik ist vom zunehmenden Konkurrenzdruck geprägt. Aus diesem Grund versuchen logistische Dienstleister ständig ihre Angebote und Serviceleistungen zu verbessern und sich mit geringen Kosten von den Konkurrenten abzuheben. Gleichzeitig erfordert die weltweite Arbeitsteilung effizient gestaltete Transportnetze, um den Kundenanforderungen hinsichtlich der Qualität der Leistungen gerecht zu werden (Mayer 2001, 1). Mit dem zunehmenden Einsatz von Containern als Transporteinheit in den 1970er Jahren, welcher auch als Containerisierung bezeichnet wird, wurden die Wirtschaft und besonders die Logistikbranche revolutioniert. Ab diesem Zeitpunkt wurde der Transport von Gütern deutlich erleichtert. Waren, die vorher einzeln verpackt auf das Schiff beladen worden sind, konnten nun in einem Container verpackt und mit Hilfe von kleineren Fahrzeugen auf das Schiff befördert werden. In Folge des reduzierten Arbeitsaufwandes sanken die Transportpreise, was viele Unternehmen dazu veranlasste, ihre Produktionszweige in Schwellenländern zu verschieben. Dadurch konnten die Preise vieler Güter niedrig gehalten werden, sodass die Produktionsunternehmen wettbewerbsfähig blieben (Ng 2012, 30-31). Zur gleichen Zeit verloren die asiatischen Währungen an Wert und ermöglichten der europäischen und amerikanischen Bevölkerung günstig asiatische Produkte zu erwerben. Westliche Güter dagegen wurden für die asiatische Bevölkerung deutlich teurer. Daraus resultierte, dass einige asiatische Länder zu Exportnationen wurden, während die europäischen und amerikanischen Staaten aufgrund des großen Konsums zu den größten Importnationen heranwuchsen. Dieser unpaarige Warenstrom führte dazu, dass Asien mit einem Containerdefizit und Europa mit einem Containerüberschuss zu kämpfen hatte (Olivo et al. 2005, 204).

Die Anzahl der verschifften Container ist seit den 90er Jahren stark angestiegen. Allein im Jahre 2012 wurden über 40 Mio. TEU, wobei ein TEU einem 20-Fuß-ISO-Container entspricht, auf der Ost-West Handelsroute zwischen Amerika und Asien sowie zwischen Europa und Asien transportiert, während es im Jahre 2000 nur etwa 20 Mio. TEU waren (United Na-

tions Conference on Trade and Development 2013, 24). Bedingt durch den steigenden Konsum der Weltbevölkerung wird auch in den nächsten Jahren die Anzahl der containerisierten Güter erheblich zunehmen.

1.2 Forschungsfrage und Methodik

Auf Grundlage des zunehmenden Containerstroms wollen besonders Logistikdienstleister ihren Kunden einen guten Transportservice zu wettbewerbsfähigen Preisen anbieten. Die vorliegende Arbeit untersucht deshalb das Potential von H&S-Netzwerken für Containertransporte mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln wie dem Schiff, dem LKW und der Eisenbahn. Des Weiteren werden potentielle Vor- und Nachteile sowie die Kostenpositionen, die aus der Umsetzung des Netzwerkes resultieren, erörtert.

Die konkreten Fragestellungen der Arbeit lauten:

Ist es sinnvoll H&S-Netzwerke für den Containertransport anzuwenden? Welche Verkehrsmittel eignen sich für eine kostengünstige Umsetzung?

Um die Forschungsfrage beantworten zu können, wird eine Sekundäranalyse betrieben, um die allgemeinen Informationen zu den H&S-Netzwerken und deren Entwicklung herauszuarbeiten. Die Literaturrecherche wird mit Hilfe des Onlinekatalogs der Universitätsbibliothek sowie der wiso-Datenbank durchgeführt. Hierzu werden Primärliteraturen verwendet, dessen Inhalt sich vorrangig mit diesem Themengebiet befasst. Bei der einhergehenden Suche werden Begriffe wie Hub-and-Spoke Netzwerke und Nabe-und-Speichen Netze verwendet. Um Kostenkategorien zu erläutern und diese aufzählen zu können, werden des Weiteren Fachbücher, Studien und Zeitschriften als mögliche zuverlässige Informationsquelle herangezogen. Der Suchbegriff Kostenmanagement in Verbindung mit dem Straßengüterverkehr, dem Schienengüterverkehr oder dem Containermanagement kann dem Bereich Logistik zugeordnet werden. Zuletzt wird eine Nutzwertanalyse durchgeführt, um die verschiedenen Verkehrsmittel und deren Kombinationen nach Kriterien zu bewerten. Für die Suche nach der Methodik der Nutzwertanalyse wird zunächst nach allgemeinwissenschaftlichen Analysemethoden gesucht. Danach wird die Onlinesuche mit dem allgemeinen Begriff der qualitativen Bewertungsmethode konkretisiert.

1.3 Gang der Argumentation

Im sich anschließenden zweiten Kapitel werden die Begriffe Hub und Spoke zunächst kurz erläutert, um daraufhin die Entstehung der H&S-Netzwerke im Luft- und Straßenverkehr zu beschreiben. Der Fokus wird dabei auf die Deregulierung im Luftverkehr gelegt, da mit diesen Regelungen die Entwicklung von H&S-Netzwerken sowohl in den USA, als auch in Europa begann. Danach werden die verschiedenen Strukturen des H&S-Netzwerkes und Optimierungsverfahren dargestellt, die bei der Planung von H&S-Netzen eingesetzt werden können. Diese Verfahren helfen dabei anfallende Kosten möglichst gering zu halten. Anschließend werden die entstandenen Vor- und Nachteile zur Verdeutlichung der Effizienz des Netzes erläutert, wobei diese sich aufgrund der hauptsächlichen Anwendung speziell auf den Personentransport im Luftverkehr sowie den Waren- und Pakettransport im Straßengüterverkehr,

beziehen. Trotz mangelnder Anwendung von H&S-Netzwerken können auch in der Schifffahrt Vor- und Nachteile ermittelt werden.

Das dritte Kapitel beginnt mit einer Einführung in die Entwicklung und Problematik der Containerisierung, die verdeutlichen soll, warum eine Überlegung der Übertragung von H&S-Netzwerken auf den Containertransport sinnvoll wäre. Hierzu werden mögliche Kostenarten näher betrachtet, die bei einer Umsetzung von H&S-Netzwerken relevant sind. Dabei ist zwischen den allgemeinen Kosten, die unabhängig von der Art eines H&S-Netzwerkes anfallen und von den verkehrsmittelabhängigen Kosten zu unterscheiden. Verkehrsmittelabhängige Kosten entstehen dabei, wenn der Containertransport mit einer der drei Verkehrsmittel (Schiff, LKW und Eisenbahn) ausgeführt wird.

In Kapitel vier wird eine Nutzwertanalyse zur Feststellung des Potentials von H&S-Netzwerken durchgeführt. Hierzu werden sieben Alternativen eines Containertransportes vorgestellt und anhand von vorher festgelegten Kriterien bewertet. Durch diese Bewertung ist es möglich das Potential festzustellen.

Das abschließende fünfte Kapitel fasst die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammen und gibt Ausblicke für die zukünftige Entwicklung von H&S-Netzwerken sowie den Möglichkeiten, die sich aus der Forschung entwickeln könnten.

2 Hub-and-Spoke Netzwerke

2.1 Begriffsbestimmung

Der Begriff H&S-Netzwerk wird synonym mit dem Begriff Nabe-Speiche-Netzwerk verwendet. Hubs oder Naben sind im allgemeinen Hauptknotenpunkte, die als Teil eines Netzwerkes so platziert sind, dass sie die Wechselwirkung zwischen verschiedenen Knotenpunkten erleichtern. Wechselwirkungen können zwischen Computern, internationalen Anrufen oder Banktätigkeiten vorherrschen (O'Kelly 1998, 171). Ein Hub kann dabei sowohl als Quelle, als auch Ziel von zu transportierenden Informationen, Güter und Personen sein (Wagner 2006, 1). Außerdem dienen Hubs als Umschlagknoten bei Transporten (Wagner 2006, 9). In der Luftfahrt werden die Flughäfen als Hubs bezeichnet, die ein vermehrtes Passagieraufkommen aufweisen. Oft handelt es sich bei diesen um Umsteige-Flughäfen.

Spokes sind sogenannte Speichen oder auch Kanten des Netzwerkes, die Hubs mit kleineren Knotenpunkten verbinden (Pfohl/Gomm/Hofmann 2007, 4). In einem Netzwerk werden Güter, Informationen oder im Luftverkehr auch Personen durch diese Kanten befördert.

Im folgenden Unterkapitel werden die geschichtlichen Hintergründe der H&S-Netzwerke erläutert.

2.2 Geschichtliche Hintergründe der H&S-Netzwerke

Deregulierung des Luftverkehrs auf dem amerikanischen Markt

In den achtziger und neunziger Jahren wurde die Weltwirtschaft zunächst von den Deregulierungsmaßnahmen der USA stark geprägt, bis auch andere Länder diese Maßnahmen vollzogen. Diese Phase veränderte die weltweite Wirtschaftspolitik erheblich (Mayer 2001, 5). Bereits in den 1970er Jahren wurde die strenge Regulierungspolitik der USA, angesichts der bevorstehenden Weltwirtschaftsrezession und der Energiepreiskrise, stark kritisiert (Schäfer 2003, 174).

Im Bereich des Luftverkehrs gab es bereits seit den dreißiger Jahren erhebliche Eingriffe des Civil Aeronautics Board (CAB) in den Markt. Die Regulierungen galten vor allem den interstaatlichen Flügen. Der Markteintritt sowie -austritt konnte ohne Zustimmung des CAB nicht erfolgen. Neue Marktteilnehmer mussten bestimmte Voraussetzungen vorweisen, damit ihnen der Marktzugang gewährt werden konnte (Höfer 1993, 136). Hinzu kam, dass die CAB in die Preispolitik eingriff. Was bedeutete, dass die Preise anhand der Streckenlänge berechnet wurden. Die Kosten, die von dem Passagieraufkommen, der Kapazitätsauslastung, den saisonalen Schwankungen abhingen, wurden nicht beachtet. So konnte der Wettbewerb der Fluggesellschaften eingeschränkt nur im Bereich des Service stattfinden. Diese erhöhten die Anzahl der Flüge pro Tag auf bestimmte Strecken, um einen Vorteil gegenüber Konkurrenten zu erlangen. Dies hatte zur Folge, dass die durchschnittlichen Renditen sanken und die Preise stark angehoben werden mussten. Die Flüge wurden immer weniger ausgelastet, während die Preise sehr hoch blieben (Mayer 2001, 8).

Die Fluggesellschaften hatten während der Deregulierung keine Möglichkeit ihre Prozesse zu optimieren. Ferner verloren sie jeglichen Anreiz, was dazu führte, dass die Lang- und Mittelstreckenflüge ausschließlich als Direktverbindungen angeboten wurden. Diese waren jedoch aufgrund der hohen Betriebskosten und des mangelnden Passagieraufkommens nicht lukrativ genug, sodass keine Gewinne erwirtschaftet werden konnten (Mayer 2001, 9).

Der Erlass des Airline Deregulation Act (ADA) von 1978 war der Beginn der Deregulierungsphase des amerikanischen Luftverkehrs. Fortan waren der Marktzutritt und -austritt, sowie die Preisbildung, weniger streng reglementiert. Marktteilnehmer mussten ihren Marktaustritt rechtzeitig bekanntgeben. Zudem war es den Fluggesellschaften erlaubt jährlich eine neue beliebige Fluglinie zu bedienen oder die Flugverbindung, für die die Konkurrenz zwar ein Verkehrsrecht hatte, diese jedoch nicht oder nur ungenügend bediente, ebenfalls zu befliegen (Schäfer 2003, 176). Bei der Preisbildung mussten sich die Fluggesellschaften zu Beginn an die von der CAB vorgeschriebene Preisspanne orientieren, die regelmäßig kontrolliert und aktualisiert wurde. Ab 1983 wurde diese Regulierung völlig aufgehoben (Mayer 2001, 9). Mit dem Erlass des ADA wurde das Essential Air Service Program entwickelt. Der US-Kongress sicherte damit die Anbindung von Regionen mit geringem Verkehrsaufkommen an das Flugnetz. Mit den neuen Regelungen verlor das CAB seine Autorität und wurde 1984 aufgelöst. Die verbliebenen Aufgaben übernahm das Justiz- und Verkehrsministerium (Schäfer 2003, 177).

Durch die Deregulierung wurden Fluggesellschaften vor ganz neue Herausforderungen gestellt. Dies bedeutete, dass sie die Flugnetze neu organisieren, die Kosten möglichst gering halten und die Preise möglichst gering kalkulieren mussten, um sich am Markt gegen ihre Konkurrenten durchzusetzen.

Deregulierung auf dem europäischen Markt

Knapp zehn Jahre nach den vollzogenen Reformen in den USA folgte die Liberalisierung in Europa, die mit dem Urteil des Europäischen Gerichtshofes 1985 begann. Das Urteil schrieb die Anwendung der Wettbewerbsregeln der Europäischen Gesellschaft auf den Passagierflugverkehr vor (Domschke/Krispin 1999, 294). Danach wurden zwischen 1987 und 1992 verschiedene Liberalisierungspakete verabschiedet, die Schritt für Schritt die Veränderung bewirken sollten. Fluggesellschaften der EU erhielten Handlungsfreiheiten hinsichtlich der Gestaltung ihrer Fluglinien, der Kapazität, der Flugfrequenzen und der Preisbildung. Doch die Umsetzung der neuen Maßnahmen war von den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten abhängig. Diese waren mit Hilfe der Ausnahmeregelungen dazu befugt in der Preisbildung, sowie beim Marktzutritt einzugreifen (Mayer 2001, 30). Die Fluggesellschaften sahen dennoch die Notwendigkeit ihre Unternehmen umzustrukturieren, um den neuen Wettbewerbsbedingungen gerecht zu werden (Mayer 2001, 30-31).

Deregulierung im Straßengüterverkehr

Kurz nach der Einleitung der Reformen im US-amerikanischen Luftverkehr wurden 1980 mit dem Motor Carrier Act erste Liberalisierungsmaßnahmen im Bereich des Straßengüterverkehrs eingeführt. Eingriffe bei der Kontrolle von Tarifen der Beschränkung von Kapazität in Form von Transportrechten und -pflichten wurden aufgehoben (Mayer 2001, 36). Marktteil-

nehmer mussten sich im neuen Wettbewerbsumfeld umorientieren und ihr Transportnetz umgestalten. Vor allem die Transporteure von Stückgut wandelten ihre Netze in H&S-Netzwerke um.

Folgen der Deregulierung

Bereits vor den Reformen in den USA waren vermehrte Flugaktivitäten sowie ein erhöhtes Passagieraufkommen auf einzelnen größeren Flughäfen zu verzeichnen. Nach der Deregulierung stiegen diese Zahlen enorm an, was darauf hindeutete, dass die Passagiere diese Flughäfen als Drehkreuze benutzten (Domschke/Krispin 1999, 284). Das heißt, dass die Flughäfen als Umsteigeflughafen genutzt wurden. H&S-Netzwerke sind die Weiterentwicklung des Konzeptes der Drehkreuze. Da auf vielen Strecken keine Direktflugverbindung angeboten wurde, mussten die Passagiere zu einem Hub fliegen, um von dort aus zu ihrem Ziel zu gelangen (Mayer 2001, 11).

In Europa waren Drehkreuze bereits vor der Liberalisierung bekannt und wurden verwendet. Hubs waren hierzulande der Hauptsitz der Fluggesellschaften und der Hauptflughafen des jeweiligen Landes. Hier wurde das Passagieraufkommen innerhalb der Staatsgrenzen gebündelt und an einem anderen Hub innerhalb von Europa weitergeleitet (Domschke/Krispin 199, 295).

In Folge der Liberalisierung wurden H&S Netzwerke öfter angewendet und ökonomischer gestaltet. Die Flugzeiten wurden so abgestimmt, dass die Wartezeiten zwischen den Flügen verkürzt wurden. Außerdem wurden im Laufe des Tages mehrere Flüge angeboten, die zudem auf den Umsteigeverkehr abgestimmt und optimiert wurden (Mayer 2001, 34).

2.3 Arten von H&S-Netzwerken

Nach den Deregulierungen entwickelten sich in den Anwendungsgebieten viele verschiedene Arten von H&S-Netzwerken, die je nach Anzahl der Hubs, deren Funktion und Eigenschaften voneinander unterschieden werden. Mehrere Hubs bilden dabei zusammen ein Hubnetz, das verschiedene Anordnungen haben kann. Die gängigsten Strukturen sind die Baumstruktur, die Ringstruktur oder der Digraph (Wagner 2006, 11). Bei einer Baumstruktur existiert genau ein Weg zwischen einem Hubpaar. Gibt es eine Verbindung zwischen Hub A und Hub B, so ist auch der umgekehrte Weg von Hub B zu Hub A vorhanden. Bei der Ringstruktur gibt es eine Verbindung für jeden Hub, die in den Hub hinein führt, und eine Verbindung, die von ihm weg geht. Zwischen den Hubs existitiert ein eingeschlossener Kreislauf. Bei einem Digraphen dagegen, besteht zwischen jedem Hubpaar eine direkte Verbindung, was bedeutet, dass jeder Hub von einem anderem Hub aus erreichbar ist (Wagner 2006, 11). Die verschiedenen Strukturen sind in der folgenden Abbildung 1 zum besseren Verständnis dargestellt.

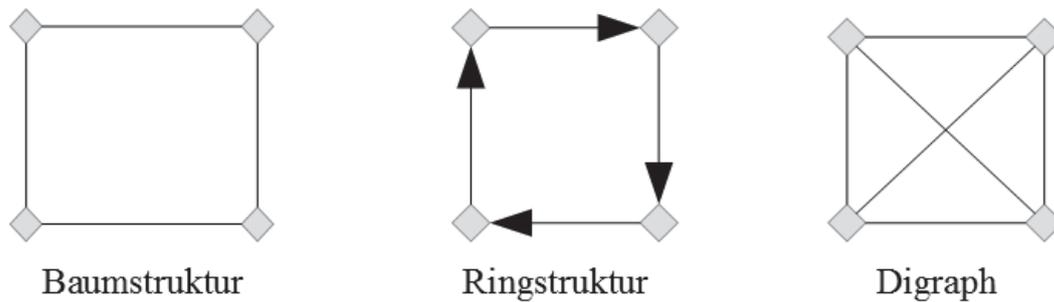


Abbildung 1: Strukturen der Hubnetze (Eigene Darstellung in Anlehnung an Wagner 2006, 12)

Zusätzlich ist zwischen verschiedenen Typen von H&S-Netzwerken zu unterscheiden, die in Abbildung 2 dargestellt werden. 1-Hub-Netze bestehen aus einem im Zentrum liegenden Hub als Bündelungspunkt, über den Flüsse geleitet werden. Dieser Typ eines H&S-Netzwerkes wird oft im Frachtluftverkehr angewendet, da die Fracht bei diesem Transport nicht zu oft umschlagen wird. Hierdurch wird viel Zeit gespart und Beschädigungen an der Fracht werden vermieden (Domschke/Krispin 1999, 284; Mayer 2001, 11-12). Der zweite Typ eines H&S-Netzes wird Multi-Hub-Netz genannt. Multi-Hub-Netze bestehen aus vielen zusammengesetzten 1-Hub-Netzen, die alleine nicht funktionsfähig sind, sondern in Wechselwirkung zueinander stehen müssen. Es besteht dabei eine Verbindung zwischen den einzelnen Hubpaaren. Dieser Typ wird überwiegend im Personenluftverkehr angewendet (Mayer 2001, 12). Hier werden Passagiere von ihrem ursprünglichen Ort zu einem Hub in der Region befördert. Von dort aus werden sie zu einem zentralen Hub der Zielregion geflogen, bevor sie ihren Zielort erreichen. Mit dem Multi-Hub-Netz können Fluggesellschaften ihr Flugnetz weit über das Land erweitern, um somit die Nachfrage der Passagiere bedienen zu können (Mayer 2001, 13).

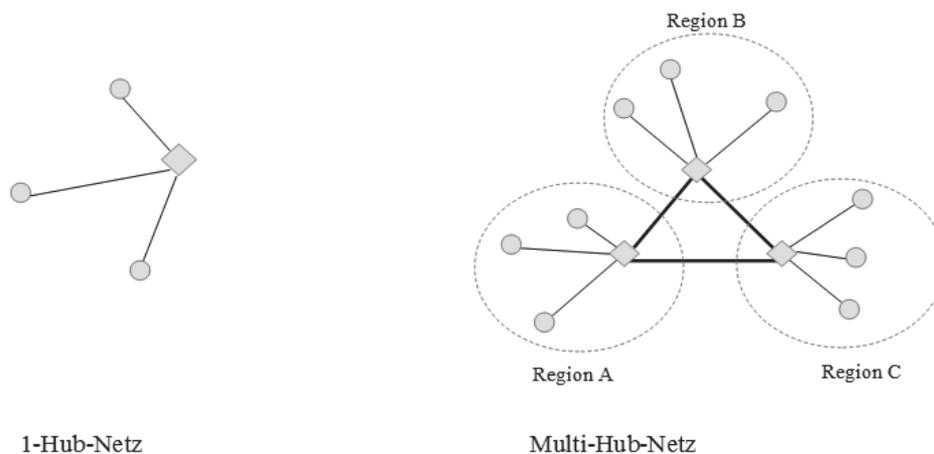


Abbildung 2 : Typen von Hub-Netzen (Eigene Darstellung in Anlehnung an Mayer 2001, 12)

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit bietet die Flussrichtung der Informationen, Personen oder auch Güter. So kann zwischen zwei Arten von Hubs unterschieden werden: dem Sanduhr-Hub und dem Hinterland-Hub (Domschke/Krispin 1999, 285). Beim Sanduhr-Hub fließen alle Verbindungen aus einer geographischen Richtung in den Hub ein und verlassen den Hub aus der entgegengesetzten Richtung. Hinterland-Hubs hingegen, bündeln alle nahegelegenen Verbindungen und leiten diese weiter an Ziele mit höherer Entfernung (Mayer 2001, 14).

Da H&S-Netzwerke sehr individuell eingesetzt werden können, besteht bei manchen Realisierungen Optimierungsbedarf. Wie diese Optimierungen aussehen können und in welchem Umfang sie durchgeführt sind, wird im nächsten Unterkapitel beschrieben.

2.4 Optimierungsverfahren zur Entwicklung von H&S-Netzwerken

Mit den verschiedenen Arten und Typen von H&S-Netzwerken wurden mit der Zeit Optimierungsmodelle entwickelt, die die Standortplanung von Hubs, unter der Zielsetzung alle anfallenden Kosten zu minimieren, vereinfachen sollen.

p-Hub Median Problem (pHMP)

Das pHMP wird analog zum p-Median Problem der klassischen Standortplanung benutzt. Dabei werden die Standorte für einen (single allocation) oder mehrere (multiple allocation) Hubs festgelegt. Dies erfolgt unter dem Ziel die Gesamtkosten zu reduzieren. Dabei setzen sich die Gesamtkosten meist aus den Transportkosten in einem Netzwerk zusammen (Campbell 1996, 924).

Hub Location Problem (HLP)

Bei dem HLP ist die Anzahl der Hubs nicht vorgegeben. Unter Berücksichtigung der Fixkosten, die bei der Errichtung von Hubs entstehen, sowie den Gesamtkosten müssen die Anzahl der Hubs und deren Standorte ermittelt werden. Wie auch beim pHMP wird hier zwischen der single allocation von einem Hub oder der multiple allocation von mehreren Hubs unterschieden (Mayer 2001, 78).

p-Hub Zentren Problem (pHZP)

Ähnlich wie beim pHMP ist auch hier die Zahl der einzurichtenden Hubs bereits festgelegt. Ziel dieses Problems ist die Minimierung der maximalen Transportkosten pro Route. Werden die Transportkosten in der Zielfunktion durch die Transportzeit ersetzt, so lässt sich identifizieren, welche Strecke die längste Transportzeit benötigt. Besonders bei der Planung der Transporte von verderblichen Gütern kann dies eine große Rolle spielen. Im Luftverkehr wird dieses Verfahren angewendet, um die maximale Reisezeit der Passagiere zu ermitteln, da diese einen erheblichen Einfluss auf die Flugwahl der Passagiere hat (Mayer 2001, 79).

Hub Covering Problem (HCP)

Bei dem HCP ist die Anzahl der Hubs vorher nicht festgelegt. Die Zielsetzung dieses Problems ist es, die Anzahl der Hubs zu minimieren, während die Transportzeit von der Quelle zum Ziel in einem vorher festgelegten Rahmen gehalten wird (Kara/Tansel 2003, 59). Diese Restriktion spielt besonders für Expressdienstleister eine wichtige Rolle, da sie sich bei ihren Lieferungen meist an eine bestimmte Frist halten müssen.

Diese Eingrenzung kann jedoch auch für den Personentransport wichtig sein, wenn die Fluggesellschaften versuchen, die Reisedauer der Fluggäste möglichst kurz zu halten, um so die Kundenzufriedenheit zu gewährleisten. Durch die Minimierung der Anzahl der Hubs können zudem Errichtungs- und Betriebskosten gespart werden (Kara/Tansel 2003, 59).

Hub Arc Location Problem (HALP)

Beim HALP kann die Anzahl der Kanten zwischen den Hubs und gleichzeitig die Standorte der Hubs, unter der Zielsetzung die Gesamtkosten des Systems zu minimieren, bestimmt werden. Dabei wird vorher festgelegt, dass das Hub-Netz vollständig zusammenhängend ist (Campbell et al. 2005, 1541).

Das HALP geht dabei auf die Schwachstelle des pHMP ein, bei dem die Kanten des Netzes einen vollständigen Graphen bilden. Das heißt, dass jeder Hub mit jedem anderen Hub im System verbunden ist. Dadurch wird die Struktur des Netzes zwar vereinfacht, jedoch ist sie nicht mehr realitätsgetreu dargestellt (Campbell et al. 2005, 1541-1542). Während Flugnetze Direktflüge zwischen den einzelnen Hubs anbieten, um die Reisezeit der Passagiere zu reduzieren, ist es unmöglich in Kommunikationsnetzen oder im Straßengüternetz die große Anzahl an Hubs miteinander zu verknüpfen. Hierbei werden oft nur Nachbarhubs miteinander verbunden. Alle zusätzlich eingerichteten Verbindungen im Netz verursachen weitere Fixkosten (Mayer 2001, 81; Campbell et al. 2005, 1542).

Nachdem nun die Optimierungsmöglichkeiten erläutert wurden, folgen im nächsten Unterkapitel die Vor- und Nachteile von H&S-Netzwerken.

2.5 Vor- und Nachteile von H&S-Netzwerken

H&S-Netzwerke fanden nach der US-amerikanischen Deregulierung vermehrt Anwendung im Luftverkehr. Allerdings auch in anderen Gebieten, wie zum Beispiel dem Straßengüterverkehr oder der Schifffahrt, wurde dieses Konzept erfolgreich angewendet. Dies ist ein Indiz dafür, dass H&S-Netzwerke ihren Anwendern viele Vorteile bieten.

Vor- und Nachteile im Luftverkehr

In H&S-Netzen können mehr Städte bei einer gegebenen Anzahl von Strecken in das Netz eingebunden werden als bei Direktverkehrsnetzen (Mayer 2001, 16). Diese Eigenschaft wird als Multiplikatoreffekt bezeichnet und lässt sich am folgenden Beispiel und mit Hilfe der Abbildung 3 erläutern. Eine Fluggesellschaft betreibt ein Streckennetz bestehend aus drei Stadtpaaren (AF, BE, CD). Würde diese Fluggesellschaft einen Hub errichten und die gesamten

Flüge über diesen Hub leiten, würden mehrere neue Flugstrecken entstehen (AB, AC, AD, AE, AF, ...DF). Außerdem könnten nun auch Städtepaare bedient werden, die bei der Direktverbindung aus ökonomischen Gründen nicht weiter beachtet wurden (Domschke/Krispin 1999, 288). Durch die zusätzlichen Strecken kann die Fluggesellschaft ihr Angebot für ihre Kunden erweitern und damit neue und bestehende Kunden an sich binden. Ist die Lage des Hubs zudem optimal gewählt, so gleicht die Streckenlänge die der Direktverbindungen. Die Fluggesellschaft könnte eine Städteverbindung in das Netz integrieren und die Anzahl der insgesamt verfügbaren Verbindungen würden sich vervielfachen (Domschke/Krispin 1999, 288; Mayer 2001, 17).



Abbildung 3: Multiplikatoreffekt von H&S Netzwerken (Eigene Darstellung in Anlehnung an Mayer 2001, 17)

Passagiere würden bei ihrer Flugwahl eher eine direkte Verbindung bevorzugen, da diese mit weniger Aufwand, wie z. B. Umsteige- und Wartezeiten, verbunden ist. Wird jedoch auf einer Strecke keine direkte Verbindung angeboten, so verbleiben Flugreisende bei der gleichen Fluggesellschaft auf den Teilstreckenflügen. Hier kann davon ausgegangen werden, dass die Fluggesellschaften ihre Flugpläne aufeinander abstimmen und damit entweder der Umstieg vermieden, die Wartezeit oder der Weg zum nächsten Flugzeug deutlich verringert wird. Außerdem wird die Gefahr des Gepäckverlustes oder des Verpassens von Anschlussflügen vermindert (Domschke/Krispin 1999, 288).

Der Service für die Passagiere verbessert sich außerdem dadurch, dass die Wartezeit zwischen den einzelnen Flügen deutlich reduziert wird. Zudem haben Flugreisende bei der Buchung eine größere Auswahl an möglichen Abflug- und Ankunftszeiten. Von besonders großem Nutzen ist dieses Angebot für Geschäftsreisende, da diese Kundengruppe möglichst viel Zeit bei der Reise sparen will (Domschke/Krispin 1999, 291). In Verbindung mit dem Vielfliegerprogramm, einer Marketingstrategie der Fluggesellschaften, können sie zudem Bonusmeilen sammeln oder das gewünschte Ziel mit den gesammelten Bonusmeilen erreichen. Je mehr Geschäftskunden die Fluggesellschaften auf diese Weise an sich binden können, desto größere Marktanteile können sie sich sichern (Mayer 2001, 24).

Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der Bündelung von Verkehrsströmen auf den Speichen des Netzwerkes. Dadurch werden die Flugzeuge pro Strecke besser ausgelastet (Mayer 2001, 18). Die erhöhte Anzahl an Passagieren führt zu erhöhten Sitzladefaktoren, was wiederum zu sinkenden Grenzkosten führt. Das heißt, dass die Kosten, die durch die Beförderung eines einzelnen Fluggastes entstehen, gesenkt werden. Dieser Effekt, bei dem die Auslastung steigt

und die Grenzkosten sinken, wird als Economies of Density bezeichnet (Caves et al. 1984, 472). Um den eben beschriebenen Effekt zu nutzen und gleichzeitig den Service für den Kunden zu erweitern bzw. zu verbessern, ist es für die Fluggesellschaften von Vorteil, ihre Flugfrequenzen zu erhöhen. Des Weiteren werden so die Standzeiten der Flugzeuge am Boden vermindert werden, was zur Folge hat, dass sich die Nutzungsdauer der Verkehrsträger verlängert (Mayer 2001, 18).

Werden die Fluggesellschaften aus produktionstechnischer Sicht betrachtet, so werden bei einem Flug von Position A zu Position B verschiedene Produkte miteinander verbunden. Produkte sind die von dem Kunden erworbenen Leistungen in einem Ticket. Da der Verkehrsstrom auf den Speichen des Netzes gebündelt wird, werden die Passagiere erst zu einem Hub befördert, bevor sie ihr gewünschtes Ziel erreichen. Der Effekt, der sich durch die Bündelung der Produkte entsteht, wird als Economies of Scope bezeichnet (Domschke/Krispin 1999, 290). Ein Unternehmen ist dementsprechend in der Lage Kostenersparnisse zu erzielen, indem es bestimmte Produkte zusammen produziert bzw. anbietet. In diesem Fall ergeben sich vorteilhafte Synergieeffekte aus der gemeinsamen Nutzung des Flughafens oder der Dienstleistung des Flugpersonals (Panzar/Willig 1981, 268).

Durch das hohe Passagieraufkommen auf den Speichen des Netzes, kann die Fluggesellschaft entweder die Flugfrequenzen erhöhen oder größere Flugzeuge zum Einsatz bringen (Domschke/Krispin 1999, 290). Aus Letzterem ergeben sich Kostenvorteile aus der Größe, dem sogenannten Economies of Scale, da die durchschnittlichen Betriebskosten pro Passagier beim Einsatz eines größeren Flugzeuges auf längeren Strecken geringer sind, als bei einem kleinen Flugzeug (Mayer 2001, 2; Domschke/Krispin 1999, 290). Dabei können die Kostenvorteile aus der Größe auf den Speichen zu einem Vorteil im gesamten Netz führen. Ein anderer Begriff, der das Phänomen der Kostensenkung präziser beschreibt, ist die Economies of Aircraft Size (Mayer 2001, 21). Eine Erhöhung der Flugfrequenz einer bestimmten Verbindung führt dagegen zu Marketingvorteilen und zu einer Erhöhung der Nachfrage (Mayer 2001, 22-23).

Fluggesellschaften, die nach der Deregulierung ein H&S-Netzwerk eingerichtet hatten, konnten in ihren Hubs eine dominante Stellung gegenüber anderen Fluggesellschaften einnehmen (Mayer 2001, 24). Ihre Marktmacht konnten sie als Markteintrittsbarriere gegen neue Einsteiger verwenden. Die ersten H&S-Netzwerkbetreiber nahmen bspw. schon die meisten Flugsteige und Bodeneinrichtungen in den Flughäfen ein, sodass neue Marktwettbewerber in manchen Fällen darauf angewiesen waren, ihnen die Zugangsrechte abzukaufen (Domschke/Krispin 1999, 291). Zusätzlich hatten die Fluggesellschaften erheblichen Einfluss auf die Flughafenbetreiber, den sie gegen die Markteinsteiger nutzen konnten (Mayer 2001, 24). Um in den Markt einzutreten mussten die Neulinge Slots, also Start- und Landerechte, erstehen. Diese waren jedoch überwiegend schon von den dominanten Fluggesellschaften übernommen worden, sodass den neuen Konkurrenten keine Chance blieb, die für sie passenden Slots zu erwerben (Mayer 2001, 24-25).

Die starke Hubdominanz wirkt sich auch auf das Verhalten der Nachfrager bei der Flugbuchung aus. Da Kunden unter unvollständiger Informationslage handeln, beginnen sie bei ihrer Suche meist bei der dominanten und vor allen Dingen bekanntesten Fluggesellschaft. Durch das vielfältige Angebot an Flugverbindungen ist die Wahrscheinlichkeit größer, einen passenden Flug finden zu können. Zusätzlich können Nachfrager sich eher mit regionalen Hub-

Betreibern und Fluggesellschaften identifizieren und bevorzugen diese somit gegenüber anderen Anbietern. Dadurch wird der Eintritt in den Markt für neue Wettbewerber deutlich erschwert (Domschke/Krispin 1999, 292).

Die Routendominanz resultiert daraus, dass H&S-Netzwerkbetreiber einen großen Marktanteil auf den vom Hub ausgehenden Speichen besitzen. Sie können zusätzlich auf die Nachfrage der Passagiere zurückgreifen, die ihren Flug im Hub starten. Andere Fluggesellschaften dagegen verfügen nur über die Nachfrage auf den einzelnen Speichen. Deshalb werden die Hubs von diesen Fluggesellschaften lediglich angefliegen (Mayer 2001, 25).

Aufgrund dieser Hub- und Routendominanz können Fluggesellschaften ihre Preise erhöhen, ohne dass die Nachfrage zurückgeht. Besonders Geschäftskunden akzeptieren die Preiserhöhung eher, da sie den Service, wie die hohe Flugfrequenz und die große Auswahl an Flugverbindungen, bevorzugen. H&S-Netzwerkbetreiber erzielen neben Wettbewerbsvorteilen auch Preisvorteile gegenüber Mitbewerber (Mayer 2001, 26).

Das Betreiben eines H&S-Netzwerkes ermöglicht außerdem einen effizienten Einsatz aller vorhandenen Ressourcen. Die Flugpläne können aufeinander abgestimmt werden, sodass die Nutzungsdauer der Flugzeuge optimiert wird. Die Einsatzpläne des Flugpersonals können so gestaltet werden, dass die Aufenthaltsdauer am Boden minimiert wird (Domschke/Krispin 1999, 292).

Neben den vielen Vorteilen, die das Betreiben eines H&S-Netzwerkes aufweist, treten auch Nachteile auf, die im Folgenden erläutert werden.

Ein Nachteil ist die verlängerte Reisedauer der Passagiere im H&S-Netz, da die Fluggäste nun in den Hubs teilweise zwischenlanden oder umsteigen müssen, wodurch der Reisekomfort beeinträchtigt ist. Auf manchen Strecken ist es aufgrund des hohen Passagieraufkommens schwieriger, Tickets für den gewünschten Flug zu bekommen (Mayer 2001, 27). Ein weiteres Problem sind die häufigen Starts und Landungen der Flugzeuge in einem engen Zeitraum. Die Kapazitäten der Flughäfen werden dadurch oft überlastet, was wiederum zu einer Verlängerung der Reisezeit oder zu Verspätungen auf den Fluglinien führen kann. Durch die Abstimmung der Flugpläne durch die Fluggesellschaft können die Verspätungen sich auf das ganze H&S-Netz auswirken (Domschke/Krispin 1999, 293).

Weiterhin ist die Unfallgefahr in den H&S-Netzwerken, im Gegensatz zu den Direktfluglinien viel größer, da die Fluglotsen in den Flughäfen zu den Hauptverkehrszeiten oft überlastet sind. Ihnen können infolgedessen Fehler unterlaufen, die zu Unfällen führen können. Aber auch durch die vermehrten Start und Landungen vergrößert sich das Unfallrisiko (Mayer 2001, 28).

Damit Prozesse im H&S-Netzwerk dennoch reibungslos ablaufen können, müssen Flugpläne und damit zusammenhängende Vorgänge, wie die Personalplanung, gut aufeinander abgestimmt werden. Dies erfordert zusätzlichen Aufwand bei der Planung und hat mithin zur Folge, dass die Anzahl der Flüge nicht gleichmäßig über einen bestimmten Zeitraum verteilt, sondern sich zu verschiedenen Tageszeiten anhäufen. Die Infrastruktur sowie das Personal werden ungleichmäßig belastet (Domschke/Krispin 1999, 293).

Ein letzter Nachteil besteht darin, dass die Streckenkosten in einem H&S-Netzwerk insgesamt höher sind als bei Direktnetzen. Dies liegt zum einen daran, dass die Flugzeuge eine längere Strecke zurücklegen müssen und zum anderen daran, dass die vielen Zwischenlandungen in den Hubs mehrere Lande- und Startmanöver verursachen, welche mit Bodenabfertigungsgebühren verbunden sind. Zudem ist der Kraftstoffverbrauch während der Start- und Landephase besonders hoch, was ebenfalls zu höheren Streckenkosten führt (Domschke/Krispin 1999, 293).

Werden die Vor- und Nachteile des Betriebs eines H&S-Netzwerkes nun gegenübergestellt, so überwiegen zusammenfassend die Vorteile. Demnach steht die bessere Auslastung der Hubs und das einhergehende Serviceplus in Form der zusätzlichen Flugverbindungen den zunehmenden Betriebskosten voran.

Nachdem die Vor- und Nachteile von H&S-Netzen in der Luftfahrt erläutert wurden, folgen im nächsten Unterkapitel die Vor- und Nachteile im Straßengüterverkehr.

Vor- und Nachteile im Straßengüterverkehr

H&S-Netzwerke im Straßengüterverkehr weisen ähnliche Vor- und Nachteile auf wie im Luftverkehr. Nach der Deregulierung im Straßengüterverkehr wurden die Direktverkehrsnetze und die Rasternetze der Kurier-, Express- und Paketdienstleister sowie der Stückguttransporte überwiegend in H&S-Netzwerke umgewandelt. Dabei erfolgt der Transport meist über mehrere Stufen und kann allgemein wie folgt beschrieben werden.

Die erste Stufe beginnt mit dem Einsammeln der Güter vom Versender und dem anschließenden Transport zum regionalen Depot. Dort werden alle Güter in ein größeres Fahrzeug umgeladen und zum Break-Bulk-Terminal, dem Hub, weitertransportiert. Im Hub treffen alle Güter aus verschiedenen regionalen Depots zusammen und werden entsprechend ihrer Zielorte sortiert und konsolidiert. Anschließend werden die Güter zu einem Hub der Zielregion befördert. Von dort aus werden die Güter in den regionalen Depots versendet und im letzten Schritt dem Empfänger überreicht (Mayer 2001, 38).

Der erste Vorteil entsteht durch die Bündelung des Verkehrs auf den Speichen des Netzes, da die eingesetzten Fahrzeuge nun besser ausgelastet werden können. Zusätzlich können durch den größeren Verkehrsstrom der Güter Transportmittel mit höherer Kapazität eingesetzt werden, um Größenvorteile zu erzielen (Domschke/Krispin 1999, 298). Durch die Erhöhung der Verkehrsfrequenz erhöht sich die Zufriedenheit der Kunden, da diese ihre Sendungen schneller erhalten. Im Hub können zudem größere automatisierte Sortieranlagen eingesetzt werden, die den Umschlag- und Kommissionierungsvorgang schneller ablaufen lassen (Mayer 2001, 43).

Weiterhin können die Hub-Betreiber, durch die Konsolidierung der Güter Depots in Gebieten mit weniger Nachfrage errichten, die im Direktverkehrsnetz nicht ökonomisch sinnvoll gewesen wären.

Beim Warentransport kann die Streckenlänge bzw. die Fahrzeit des einzelnen Fahrers reduziert werden. Bei einem direkten Transport müssten die Fahrer die Ware beim Versender ab-

holen und direkt zum Empfänger transportieren. Die Fahrtstrecke ist dadurch wesentlich höher als bei einem Transport vom Empfänger zum regionalen Depot. Vom Depot aus können andere Fahrer die Ladung zum Hub transportieren. Die Strecke kann also unter verschiedenen Fahrern aufgeteilt werden. Dadurch verbessern sich die Arbeitsanforderungen der LKW-Fahrer, was dazu führt, dass die Arbeit attraktiver wird. Durch die reduzierte Tourenlänge wird zudem die Nutzungsdauer der Ladungsträger verlängert, da sie für kürzere Strecken ausgelastet werden (Domschke/Krispin 1999, 298-299).

Folglich wird im H&S-Netz der Sammel- und Verteilverkehr vom Fernverkehr getrennt, sodass die Transaktionskosten, die durch Logistikdienstleister entstehen, vermieden werden. Weiterhin wird der Arbeitsfluss in den Hubs nicht gestört, sodass Güterverluste oder -schäden vermieden werden können (Mayer 2001, 44).

Ein weiterer Vorteil entsteht bei der Auswahl der Standorte der Hubs. Dadurch, dass im Hub kein direkter Kontakt mit dem Kunden besteht, muss der Standort nicht in Kundennähe gewählt werden. Das bedeutet, dass Hubs auch außerhalb von Industriezentren erbaut werden können. Zum einen wird der Erwerb des Grundstückes günstiger und zum anderen umgeht der Hub damit auch den Hauptverkehrsströmen in den Industriegebieten (Domschke/Krispin 1999, 300).

Die Hauptaufgaben der Depots reduzieren sich infolge der Errichtung der Hubs auf die Kundenbetreuung sowie die Durchführung von Planungsvorgängen, wobei der Kundenkontakt deutlich intensiviert und verbessert wird. Die Depots benötigen weniger Arbeitsfläche, da die angelieferten Güter nicht mehr vor Ort sortiert werden müssen, sondern sofort in die Fahrzeuge umgeladen werden können (Mayer 2001, 44).

Ein wesentlicher Nachteil von H&S-Netzen im Straßengüterverkehr sind allerdings die verlängerten Laufzeiten, die durch die zusätzlichen Transportstrecken und Umschlagsprozesse verursacht werden (Domschke/Krispin 1999, 298). Alle Prozesse müssen ideal aufeinander abgestimmt werden, damit die gesamte Transportzeit nicht unnötig erhöht wird, und ein komplikationsfreier Betriebsablauf gewährleistet wird. Denn wie in allen H&S-Netzwerken führt eine Verzögerung zu einer Störung im gesamten Netzwerk. Um dies zu vermeiden, ist eine fehlerfreie und aufwendige Planung nötig (Mayer 2001, 45).

Ein weiterer Nachteil ist die ungleichmäßige Auslastung der Hubs. Die Güter werden zu einer bestimmten Tageszeit im Hub angeliefert und müssen zügig sortiert und kommissioniert werden, damit die Ware rechtzeitig beim Kunden ankommt. Das heißt, dass nur während dieser Zeit das Personal, sowie die Anlagen, völlig ausgelastet werden (Mayer 2001, 45).

Vor- und Nachteile in der Schifffahrt

Auch in der Schifffahrt können H&S-Netzwerke in den meisten Fällen für die Bündelung der Verkehrsströme auf den Wasserwegen eingesetzt werden. Hierbei handelt es sich meistens um Multi-Hub-Netze, die internationale Häfen miteinander verbinden. Ähnlich wie im Straßengüterverkehr werden die Güter von einem Depot im Hinterland über den Wasserweg, der Straße oder auf Zügen zu einem Hub, in diesem Fall ein internationaler Hafen, transportiert. Dort werden alle Güter gesammelt, entsprechend ihrer Zielhäfen sortiert und auf große Schiffe be-

laden. Diese Schiffe fahren zu einem Ziel-Hub im Ausland und laden die Güter ab. Anschließend werden alle Ladungen im Nachlauf zum regionalen Depot geliefert.

Wie auch in der Luftfahrt und im Straßengüterverkehr können die Betreiber von H&S-Netzwerken von steigenden Skalenerträgen profitieren. Die Hub-Häfen können in Kombination mit großen Containerschiffen die Kosten für internationale Transporte minimieren, da sie größere Mengen an Containern gleichzeitig verschiffen und dadurch die Schiffe besser ausgelastet werden können (Bräuniger et al. 2010, 44). Weitere Vorteile entstehen bei der Konsolidierung der zu transportierenden Ladungen in den Hubs, da der Transport gut vorausgeplant werden kann, sodass die Verkehrsträger im Nachlauf besser beladen werden können. Dies führt zu sinkenden Verkehrsaufkommen und zu reduzierten Kosten, da größere Fahrzeuge für den Transport eingesetzt werden können (Bräuniger et al. 2010, 44).

Im Vergleich zum Straßengüter- oder Schienengüterverkehr ist der Transport von Waren auf Schiffen wesentlich günstiger. Aufgrund der Größe der Schiffe, können zudem mehr Güter transportiert werden (Frost et al. 2008, 33).

Es ist sinnvoll, den Standort des Hub-Hafens so zu wählen, dass die jeweilige Region von dem starken Containerumschlagsvolumen und dem Verkehr mehr profitiert, als benachteiligt wird.

Der Nachteil der H&S-Netze in der Schifffahrt sind die längeren Transportwege, die durch die Struktur des Netzes bedingt sind. Es entstehen zudem hohe zusätzliche Umschlag- und Bearbeitungskosten in den Zwischenstationen des Netzes (Frost et al. 2008, 33).

Verspätungen von einzelnen Schiffen können sich, wie auch bei den anderen Einsatzmöglichkeiten von H&S-Netzwerken, auf das ganze Netzwerk auswirken. Zu ergänzen ist außerdem, dass die Hub-Häfen so beschaffen sein müssen, dass auch größere Containerschiffe abgefertigt werden können. Vorhandene Häfen, die dieser Eigenschaft widersprechen, müssen demzufolge ausgebaut werden, was zu zusätzlichen Kosten für die Hafenbetreiber führen könnte (Frost et al. 2008, 34).

Die im zurückgelegten Unterkapitel erörterten Vor- und Nachteile in den drei Anwendungsgebieten müssen bei einem möglichen Containertransport in einem H&S-Netz in Betracht gezogen und sorgfältig überprüft werden.

3 Containertransporte im H&S-Netzwerk

3.1 Die Containerisierung und das Wachstum des Handelsvolumens

Durch die Containerisierung in den 1970er Jahren, wurde der weltweite Handel, ähnlich wie der US-amerikanische Flug- und Straßengüterverkehr durch die Deregulierung, revolutioniert. Reedereien und Logistikdienstleister lieferten sich einen regelrechten Wettbewerb um den Transportservice der Container (Lai et al. 1995, 687). Vor dieser Zeit wurden die Güter in Säcke oder Holzkisten unterschiedlicher Größen verpackt, per Hand auf die Schiffe beladen und wieder entladen. In den Häfen mussten die Kisten mit Hilfe von einfachsten Geräten einzeln zu der nächsten Station befördert werden, damit sie auf ein kleineres Schiff beladen werden konnten. Dieses Verfahren erforderte viel Arbeitsaufwand und war sehr zeitaufwendig, was zur Folge hatte, dass das Schiff für eine längere Zeit am Hafen bleiben musste. Dadurch, dass das Schiff für diesen Zeitraum nicht genutzt werden konnte, war es auch nicht möglich Umsätze zu generieren.

Mit der Containerisierung konnten viele Arbeitsschritte rationalisiert werden, sodass die Transportkosten der Güter sanken. Diese Preissenkung hatte zur Folge, dass das Preisniveau des internationalen Handels sank und die Güter weltweit günstiger wurden (Lemper 2003, 4).

Mit der Globalisierung und dem steigenden Konsum versuchten viele Unternehmen, aufgrund der günstigen internationalen Transportpreise, ihre Produktionszweige in Ostländer zu verlagern, in denen die Arbeitskräfte günstiger und das Arbeitsumfeld vorteilhafter war, um die gesamten Produktionskosten gering zu halten. Das Resultat war, dass Entwicklungsländer wie China und Thailand zu Produktionsländern mit hohen Exportraten von Fertigerzeugnissen wurden, während in Amerika und Europa die Importzahlen in die Höhe stiegen (Ng 2012, 31).

Waren, die in Asien produziert werden, werden mit Hilfe von Containern in die Importländer verschifft. Von Europa und Amerika werden vergleichsweise jedoch weniger Waren nach Asien verschifft. Im Jahr 2012 wurden von Nordamerika bspw. 6,9 TEU nach Asien verschifft, während fast die doppelte Menge TEU von Asien nach Nordamerika transportiert wurde. Außerdem ist zu erkennen, dass das Importvolumen der Westländer immer weiter ansteigt (Tabelle 2).

Dieser unpaarige Warenstrom hat zur Folge, dass nicht immer die gleiche Anzahl von beladenen Containern wieder exportiert werden kann, wie vorher importiert wurde. Westliche Länder haben deshalb mit dem Problem des Leercontainerüberschusses zu kämpfen, während zur gleichen Zeit in den Produktionsländern ein Mangel an diesen Containern besteht (Lai et al. 1995, 687).

Jahr	Transpazifik		Europa – Asien		Transatlantik	
	Asien – Nordamerika	Nordamerika – Asien	Asien – Europa	Europa – Asien	Europa – Nordamerika	Nordamerika – Europa
2009	10,6	6,1	11,5	5,5	2,8	2,5
2010	12,3	6,5	13,3	5,7	3,2	2,7
2011	12,4	6,6	14,1	6,2	3,4	2,8
2012	13,3	6,9	13,7	6,3	3,6	2,7

Tabelle 1: Geschätzter Containerverkehr auf den Haupthandelsrouten Ost - West von 2009-2012 (in Mio. TEU) (Eigene Darstellung in Anlehnung an United Nations Conference on Trade and Development 2013, 24)

Ein weiteres Problem in diesem Zusammenhang ist die Repositionierung der Container, was bedeutet, dass die leeren Container zu ihren neuen Bestimmungsort transportiert werden müssen (Vojdani/Rösner 2012, 1). An einem typischen Containertransport sind die meisten Häfen, Containerdepots, Importeure, Exporteure und gegebenenfalls logistische Dienstleister beteiligt. Nachdem ein Containerschiff am Zielhafen angekommen ist, werden die Container meist von dem Importeur oder seinem beauftragten Spediteur abgeholt und am Zielort entleert. Wenn die Container nicht mehr gebraucht werden, werden sie meist zu einem vordefinierten Ort, meistens dem Depot, transportiert. Dort lagern die Container, bis sie von einem anderen Exporteur benötigt werden. Oft werden im Depot Qualitätsuntersuchungen durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Container unbeschadet in Gebrauch gehen können (Ng 2012, 33-34). Eventuelle Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten werden vor Ort durchgeführt. In einigen Fällen werden defekte Container zurück in die Produktionsländer verschifft, da dort die Reparaturkosten deutlich geringer sind. Nach den durchgeführten Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten werden die Container sofort wieder verwendet. Entspricht die Qualität der Container den Wünschen des Exporteurs, so werden sie erneut mit Gütern beladen, zu einem Terminal transportiert und direkt verschifft (Ng 2012, 34).

Ideal wäre es, wenn jeder leere Container sofort wieder zum Export verwendet wird. Doch in der Realität müssen oft leere Container in Ländern mit einem Leercontainerdefizit repositioniert werden. Dieser Repositionierungsvorgang verursacht oft zusätzliche Kosten für die Reedereien und die Containerbesitzer (Le 2003, 11-12).

Aus diesem Grund soll in der vorliegenden Arbeit geprüft werden, inwiefern sich H&S-Netzwerke auf den Containertransport übertragen lassen, damit zum einen der Transport und zum anderen die Repositionierung leerer Container begünstigt wird. Um dies zu überprüfen, ist es zunächst sinnvoll, die anfallenden Kosten nach ihrer Art und Ursache zu analysieren.

3.2 Kostenarten beim Containertransport

Im Zusammenhang mit dem Containertransport fallen viele Kosten an, die von dem H&S-Netzwerkbetreiber einkalkuliert werden müssen. Um H&S-Netzwerke Direktverbindungsnetzen gegenüber wirtschaftlicher gestalten zu können, müssen die Kosten bereits vor der Errichtung genau analysiert werden. Dafür werden Optimierungsmodelle, wie das pHMP, eingesetzt, um bspw. Transportkosten möglichst zu minimieren.

Es wird zwischen drei Arten von Kosten unterschieden:

- Transportkosten
- Fixkosten
- Kosten der Verspätung

Die Transport- und Fixkosten können zudem, je nachdem was für Verkehrsträger (Schiff, LKW und Eisenbahn) beim Transport der Container zum Einsatz kommen, weiter unterteilt werden.

3.2.1 Allgemeine Kosten

Transportkosten

Unter Transportkosten fallen alle Aufwendungen, die direkt bei der Beförderung der Container anfallen.

Lade- und Umschlagskosten sind proportionale Kosten, die je nach Menge der beförderten Container sinken oder steigen können (Krüger-Kopiske 2008, 90). Beim H&S-Netzwerk ist die Anzahl der Umschlagvorgänge höher, als die bei einem Direktverbindungsnetz. In Verbindung dazu entstehen in jedem Knotenpunkt Bearbeitungsgebühren (Frost et al. 2008, 33). Die Höhe der Bearbeitungskosten kann je nach Anzahl und Art der Container variieren, da für 20-Fuß-Container und 40-Fuß-Container oft andere Gebühren berechnet werden. Es ist ebenfalls wichtig zu unterscheiden, ob es sich um einen Leercontainer oder einen beladenen Container handelt (Krüger-Kopiske 2008, 90). Gehört dem Versender oder dem Empfänger der Umschlagsplatz, so muss der Betreiber keine zusätzlichen Aufwendungen leisten. Sind jedoch beim Lade- und Umschlagvorgang dritte Parteien, wie der Logistikdienstleister beteiligt, werden dem Empfänger oder Versender zusätzliche Kosten in Rechnung gestellt.

Fixkosten

Die Einrichtung der Hubs verursachen ebenfalls Kosten. Diese können sich aus der Abschreibung und den Miet- und Mietnebenkosten der Gebäude zusammensetzen (Mayer 2001, 73). Aber auch die Anschaffung von Anlagevermögen, wie der Kauf von Verkehrsträgern gehört zu dieser Kostenkategorie. Zu den fixen Kosten gehören alle laufenden Kosten, die der Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit des Betriebs dienen. Das sind unter anderem Betriebskosten, die auch anfallen, wenn das Unternehmen keinen Umsatz erwirtschaftet (Kafurke 2002, o. S.). Hierzu gehören Personalkosten, wie Löhne und Gehälter für festangestelltes Per-

sonal. Betreibt der Hub-Besitzer große Containerschiffe oder LKWs, so müssen zu diesen wiederum Personal akquiriert werden, welches fähig ist diese Verkehrsmittel sicher, ökonomisch und ökologisch effizient zu bedienen. Mit den steigenden Anforderungen an die Arbeitssicherheit und -qualität müssen die Mitarbeiter zudem regelmäßig weiter- und fortgebildet werden (Krüger-Kopiske 2008, 107).

Kosten der Verspätung

Wie bereits im vorherigen Kapitel erläutert, kann es durch die zeitliche Bündelung der Verkehrsströme im H&S-Netzwerk zu Verspätungen kommen. Diese können sich auf das ganze System auswirken, was zur Folge hat, dass die Container nicht immer pünktlich zu ihrem Zielort gelangen können. Treten diese Verspätungen häufiger auf, so kann es zu einem Image- und Kundenverlust führen. Oft werden den Transporteuren auch Verspätungsgebühren berechnet, wenn die vorher festgelegten Termine nicht eingehalten werden. Diese Verspätungsgebühren werden auch als Konventionalstrafen bezeichnet, da sie vorher vertraglich vereinbart wurden (Schweizer 2008, 263). Der Betreiber muss zudem dafür sorgen, dass die Container nachträglich angeliefert werden, was ebenfalls zu Aufwendungen führt (Mayer 2001, 73-74).

3.2.2 Kosten bezogen auf die Verkehrsmittel Schiff, LKW und Eisenbahn

Containertransport mit dem Schiff

Beim Containertransport fallen viele Kosten an, die nicht nur für die Reedereien, sondern auch für Containergesellschaften von großer Bedeutung sind. Wer diese Kosten letzten Endes zu tragen hat, wird meist vorher in einem Frachtabkommen festgelegt.

Zu den Fahrtkosten bei einem Transport mit dem Schiff fallen Hafen- und Wasserstraßengebühren an, wie z. B. Lotsen-, Kai- und Liegegebühren. Diese werden von verschiedenen öffentlichen und privaten Unternehmen sowie Instituten eingefordert und sind von der gewählten Route, aber auch von der Größe des Schiffes abhängig. Oft spielt es auch eine Rolle, wie oft ein Schiff oder wie viele Schiffe einer Reederei an den Hafen andocken. Diese Gebühren werden meist von dem Hafenvertreter zusammengefasst und dem Betreiber in Rechnung gestellt (Krüger-Kopiske 2008, 91,-92). Unter Fahrtkosten fallen zudem Kraftstoffkosten, die für den Betreiber meist fix sind, da sich die Route der Schiffe in einem Großteil der Fälle nicht ändert. Seit den letzten Jahren sind die Ölkosten für die Schiffe massiv angestiegen, sodass für den Jahresbetrieb Kraftstoffkosten in Höhe von mehreren Millionen US-Dollar zu verzeichnen sind (Krüger-Kopiske 2008, 92).

Reedereien besitzen meist eine eigene Abteilung, die sich um die Verwaltung der gesamten Schiffsflotte kümmert. Zu den Aufgaben der Verwaltungsabteilung gehören unter anderem die Zusammenstellung der Crew, die Auftragsbeschaffung, das Qualitätsmanagement der Schiffe, die Buchhaltung und die IT. Bei der Ausführung dieser Aufgaben entstehen sowohl Verwaltungs-, als auch Managementkosten. Des Weiteren werden höhere Personalkosten verursacht, da gut geschultes Personal beschäftigt werden muss. Jedes Unternehmen muss zudem Steuerabgaben leisten und Versicherungen für das Unternehmen abschließen (Krüger-Kopiske 2008, 97).

Vor jeder Fahrt wird für jedes Schiff eine individuelle Crew zusammengestellt. Die Kosten der Seemannschaft setzen sich dabei aus den direkten und indirekten Crew-Kosten zusammen. Zu den direkten Kosten gehören Lohnkosten, Kosten für Überstunden oder Sozialversicherungen der Seefahrer, die monatlich zu entrichten sind. Dazu zählen auch verschiedene Vergütungen, die individuell im Vertrag geregelt sind. Die indirekten Kosten beziehen sich z. B. auf die Reisekosten der Seefahrer, da die meisten Angestellten nicht in den naheliegenden Regionen leben. Oft wird die Crew nicht direkt von der Reederei eingestellt, sondern über eine Agentur vermittelt. Deshalb müssen die Unternehmen über die gesamte Vertragszeit eine bestimmte Summe an die Agentur leisten (Krüger-Kopiske 2008, 106-107).

Um eine lange Nutzungsdauer des Schiffes zu gewährleisten, müssen in regelmäßigen Abständen Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden, die unter Umständen hohe Kosten verursachen (Krüger-Kopiske 2008, 98).

Umschlags- und Verladekosten sind proportionale Kosten, die je nach Containeranzahl und Containerart unterschiedlich ausfallen können. Zudem kann unterschieden werden, ob es sich hierbei um leere oder beladene Container handelt. Um den Güterumschlagsvolumen in ihren Häfen zu erhöhen, bieten viele Terminal-Betreiber vergünstigte Preise an, wenn die Container auf ein anderes Schiff verladen werden. Wenn Schiffe länger als vereinbart am Terminal bleiben, resultieren hieraus zusätzliche Lagergebühren für die Reedereien. Dann entstehen im Vor- und Nachlauf zusätzliche Transportkosten, die oft von Logistikdienstleistern in Rechnung gestellt werden (Krüger-Kopiske 2008, 90-91). Da die meisten Container immer wiederverwendet werden können, sind die Reedereien größtenteils dafür zuständig, dass die leeren Container zu einem vorher bestimmten Depot transportiert und abgelagert werden. Durch die ungleichmäßige Nachfrage an Containern in manchen Gebieten, müssen oft lange Strecken zurückgelegt werden, um die Depots zu erreichen. Die somit entstandenen Repositionierungskosten müssen die Reedereien hierbei selbst tragen (Krüger-Kopiske 2008, 93).

In der Verantwortung der Reedereien liegen ebenfalls die Wartungs- und Instandhaltungskosten der Container. Um die Wiederverwendung zu gewährleisten, müssen nach einem Transport Reinigungsarbeiten im Container durchgeführt werden. Mit dem Alter und der Häufigkeit der Verwendung der Container müssen zudem Teile des Containers in regelmäßigen Abständen ausgetauscht werden, um den Verschleiß vorzubeugen und so zu garantieren, dass die Güter sicher darin transportiert werden können (Krüger-Kopiske 2008, 93). Die Reedereien schließen Versicherungen ab, um sich gegen mögliche Containerschäden abzusichern. Container, die nicht einer Reederei gehören, sondern geleast worden sind, verfügen durch den Leasingvertrag schon über einen Versicherungsschutz.

Eine Zusammenfassung der genannten Kosten wird in Tabelle 2 dargestellt.

Schiffsbezogene Kosten	Containerkosten	Betriebskosten
Hafen- & Wasserstraßengebühren	Umschlags- & Verladekosten	Verwaltungs- & Managementkosten
Kraftstoffkosten	Repositionierungskosten	Personalkosten
Crewkosten	Wartungs- & Instandhaltungskosten	Steuern
Instandhaltungskosten	Versicherungen	Versicherungen

Tabelle 2: Zusammenfassung aller Kostenarten bei der Containerverschiffung (Eigene Darstellung)

Containertransport mit dem LKW

Die Fahrzeugkosten bei einem Transport mit dem LKW setzen sich aus vielen variablen und fixen Kosten zusammen. Dabei können alle Kostenarten auch in vier Kategorien eingeteilt werden, die im Folgenden genauer erläutert werden.

In Deutschland, aber auch vielen anderen Ländern, müssen LKWs mit einem Gesamtgewicht von 12 Tonnen oder mehr für die Benutzung von Autobahnen und einigen Bundesstraßen eine LKW-Maut bezahlen. Diese ist abhängig von der Schadstoffklasse sowie der Achsenanzahl des LKWs und wird nach der Kilometeranzahl abgerechnet (Wittenbrink 2011, 27-29). Zu den kilometerabhängigen Kosten, d. h. den variablen Kosten, gehören ebenfalls die Kraft- und Schmierstoffkosten für die LKWs (Wittenbrink 2011,13). Da jeder Fahrer eine andere Fahrweise vorweist, können diese Kosten von LKW zu LKW variieren. Zudem muss bei der Kalkulation der Kosten berücksichtigt werden, wie die betreffende Verkehrssituation ist, da der Kraftstoffverbrauch bei einem Verkehrsstau höher ist als bei freier Fahrbahn (Planco Consulting GmbH/bfg 2007, 12).

Des Weiteren müssen bei LKWs die Reifen oft ausgewechselt werden, da sie eine geringere Nutzungsdauer aufweisen als der LKW selber. Dabei verschleifen die Reifen der Zugmaschine schneller als die des Sattelauflegers. So liegen die jährlichen Reifenkosten pro LKW bei ca. 1400-1600 Euro. Generell ist die Abnutzung des Fahrzeuges jedoch abhängig vom Einsatzzweck. Folglich verschleißt ein Fahrzeug, welches für regionale Kurzstrecken genutzt wird, schneller als ein Fernstreckenfahrzeug. Dies liegt an der deutlich besseren Beschaffenheit der Straße auf Bundesstraßen sowie auf Autobahnen (Wittenbrink 2011, 16).

LKWs müssen zudem regelmäßig gewartet werden, damit sie den hohen Anforderungen der Straßenverkehrsordnung sowie einer technischen Prüfstelle wie bspw. dem TÜV oder der Dekra entsprechen und somit auf öffentlichen deutschen Straßen bewegt werden dürfen. Zu den Wartungs- und Instandhaltungskosten kommen sogenannte Pflegekosten, wie die regelmäßige LKW-Wäsche, die von einigen Kunden verlangt wird. Die Häufigkeit von Reparaturarbeiten kann von dem Alter und der Nutzungshäufigkeit des Fahrzeuges abhängen (Wittenbrink 2011, 16-17).

Außerdem fallen fixe Fahrzeugkosten wie Versicherungen und Steuern an, die unabhängig von der Nutzungshäufigkeit des Fuhrparks sind. Haftpflicht-, Kasko- und Unfallversicherungen müssen für das Fahrzeug abgeschlossen werden, da die Fahrzeuge sonst nicht auf öffentlichen Straßen bewegt werden dürfen. Des Weiteren muss das Transportgut versichert werden, sodass im Falle eines Verlustes oder eines Schadens der Güter die Versicherung in Haftung tritt. Je nach Gesamtgewicht und Emissionsklasse des Fahrzeuges, ist der Betreiber zusätzlich verpflichtet die Kfz-Steuer zu entrichten (Wittenbrink 2011, 27).

Die Personalkosten stellen ebenfalls eine wichtige und große Kostenart dar. Dabei werden diese Kosten erheblich von den gesetzlichen Regelungen beeinflusst. So muss ein Fahrer in Deutschland sich an bestimmte Ruhe- und Lenkzeiten halten, damit seine Fähigkeit zum Führen des Fahrzeuges nicht beeinträchtigt wird (Rang 2006, 15). Jeder Fahrer besitzt eine Fahrerkarte, die seine Tätigkeiten als Fahrzeugführer festhält, um später die Fahrerlöhne besser berechnen zu können und zu überprüfen, ob der Fahrer die oben genannten Ruhe- und Lenkzeiten eingehalten hat (Wittenbrink 2011, 23). Bei den Fahrerlöhnen wird differenziert, ob es sich um ein Fernverkehrsfahrer oder um einen Nahverkehrsfahrer handelt. Zudem unterscheidet sich das Lohnniveau von Region zu Region. Neben den Fahrerlöhnen müssen auch Prämien, Urlaubsgeld, Spesen und Sozialversicherungsbeiträge oder Krankheitsgelder mit einberechnet werden (Wittenbrink 2011, 26). Durch die hohen Anforderungen in Deutschland müssen LKW-Fahrer zusätzlich zu ihrer Führerscheinprüfung eine zweite Prüfung absolvieren, die ihre Grundqualifikation im Bereich der Verkehrssicherheit bestätigt (TÜV SÜD Akademie GmbH 2014, 5). Darüber hinaus hat der Angestellte in einem Abstand von fünf Jahren an einem Fortbildungskurs teilzunehmen, wodurch er seine Fahrtauglichkeit unter Beweis stellen muss. Der Arbeitgeber ist verpflichtet alle anfallenden Gebühren dieser Überprüfung zu übernehmen (Wittenbrink 2011, 25).

Auch in einer Spedition entstehen Verwaltungskosten, die sich aus den Marketings-, Vertriebs-, Fuhrparkmanagement-, Dispositions-, Kommunikations- und Personenverwaltungs-kosten zusammensetzen. Naturgemäß fallen bei kleineren Unternehmen viel weniger Verwaltungskosten an, als sie in einem Großunternehmen anfallen (Wittenbrink, 2011, 31-32).

Nicht zu vernachlässigen sind die Containerkosten, die auch bei einem Transport mit dem LKW anfallen. Diese entsprechen jedoch den erläuterten Kosten bei einem Transport mit dem Schiff und werden deshalb in diesem Abschnitt nicht weiter ausgeführt.

Die eben erläuterten Kostenarten sind zur besseren Veranschaulichung in der Tabelle 3 dargestellt.

Fahrzeugbezogene Kosten	Betriebskosten	Containerkosten
LKW-Maut	Personalkosten (Löhne, Urlaubsgeld, Krankheitsgeld, Spesen, Sozialversicherung Prämien)	Umschlag- und Verladekosten
Kraftstoff- & Schmierstoffkosten	Verwaltungskosten (Marketings-, Vertriebs-, Fuhrparkmanagement-, Dispositions-, Kommunikations-, und Personenverwaltungskosten)	Repositionierungskosten
Reifenkosten	Steuern	Wartungs- & Instandhaltungskosten
Wartungs- & Instandhaltungskosten, Pflegekosten	Versicherungen	Versicherungen

Tabelle 3: Zusammenfassung aller Kostenarten bei einem Containertransport mit dem Verkehrsträger LKW (Eigene Darstellung)

Containertransport mit der Eisenbahn

Nachdem in den zurückliegenden Abschnitten der Containertransport bezogen auf die Verkehrsträger LKW und Schiff betrachtet wurden, folgt nun der Vollständigkeit halber die Transportmöglichkeit der Eisenbahn.

Werden die Container mit der Eisenbahn transportiert, so stellen Energiekosten mit rund 20 Prozent einen erheblichen Teil der Gesamtkosten dar. Dabei ist der Energieverbrauch abhängig vom Triebfahrzeugart, Zuggewichtsklasse und Streckenart. Ebenfalls ist zu unterscheiden, ob die Eisenbahn regionale Strecken oder Fernstrecken befährt (Wittenbrink 2012, 16).

Wie oben bereits erwähnt stellen die Triebfahrzeugkosten, die vom Lokomotivtyp, der Motorisierung sowie vom Alter des Güterzuges beeinflusst werden, eine weitere Kostenkategorie dar. Weiterhin spielt es eine wichtige Rolle, ob der Güterzug im Eigenbesitz oder angemietet wurde. Im zweiten Fall können zusätzliche Mietkosten anfallen. Regelmäßige Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten müssen zudem durchgeführt werden, die zusätzliche Kosten verursachen können (Clausen 2003, 52).

Durch die Nutzung der Eisenbahnen entstehen Betriebskosten, die sich aus den Aufwendungen für das Personal sowie den Dispositions-, den Vertriebs- und den Verwaltungskosten zusammensetzen. Außerdem sind von jedem Unternehmen Steuern- und Versicherungsbeiträge zu entrichten (Wittenbrink 2012, 15).

Trassenkosten zählen zu einem weiteren wichtigen Kostenblock, der nicht vernachlässigt werden darf. Innerhalb Deutschlands ist die DB Netz AG mit rund 34.000 km der größte Schienennetzbetreiber. Dieses Schienennetz steht jedem Eisenbahnverkehrsunternehmen in Deutschland zur Verfügung (DB Netz AG 2014, 2). Dabei fallen Trassengebühren an, die mit Hilfe des Trassenpreissystems durch die DB Netz AG berechnet werden.

Trassengebühren setzen sich aus der nutzungsabhängigen, der leistungsabhängigen und der sonstigen Komponente zusammen, die pro Trassenkilometer berechnet werden. Darin enthalten sind unter anderem Leistungen, wie die Bearbeitung von Anträgen auf Zuweisung von Zugtrassen, die Bedienung von Steuerungs- und Sicherheitssystemen oder die Bereitstellung aller erforderlichen Informationen bezüglich des Verkehrs (DB Netz AG 2014, 3).

Zur Berechnung der nutzungsabhängigen Komponente müssen zuallererst die Streckenkategorie und das Trassenprodukt bestimmt werden. Die DB Netz AG hat ihre gesamte Strecke in 12 Kategorien aufgeteilt, aus denen sich der Grundpreis pro Trassenkilometer ableiten lässt. Außerdem wird beim Trassenprodukt zwischen dem Personen- und Güterverkehr unterschieden. Jedes einzelne Trassenprodukt ist auf die individuellen Kundenbedürfnisse zugeschnitten und geht dabei auf die Zahlungsbereitschaft dieser ein (DB Netz AG 2014, 4-7). Des Weiteren wird die leistungsabhängige Komponente ermittelt, die zur Verminderung von Störungen und Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Schienennetzes führen sollen. Es werden jeweils Entgelte erhoben, wenn die vereinbarten Zeiten nicht eingehalten wurden oder wenn die Mindestgeschwindigkeit von 50 km/h nicht erreicht werden konnte (DB Netz AG 2014, 8). Die DB Netz AG erhebt zudem Gebühren für laute Güterzüge, um den Lärm auf den Schienestrecken gering zu halten. Zuletzt müssen die sonstigen Komponenten berechnet werden, die sich unter anderem aus der Last-, der Angebots- und der Stornierungselement zusammensetzt. Die Lastkomponente werden bei Güterzügen als Zuschlag erhoben, die ein Gewicht von 3000 t oder mehr besitzen. Da die Bearbeitung von Anträgen auf Zuweisung von Zugtrassen bereits im Trassenentgelt enthalten ist, fällt bei Nichtannahme der Zugtrassen oder einer angemeldeten Rahmenvertragskapazität eine Bearbeitungsgebühr von 80 Euro an. Zudem können ebenfalls Entgelte anfallen, wenn eine Zugtrasse oder ein Teil der Zugtrasse an einem oder mehreren Tagen abbestellt werden, wenn Veränderungen von Trassenprodukte vorgenommen werden müssen oder wenn Veränderungen von Ziel und/oder Startpunkt einer Zugtrasse gewünscht werden. Eine Stornierung ist bis zu 24 Stunden vor Abfahrt möglich. Die Gebühr für eine Stornierung ist abhängig vom Zeitpunkt ihrer Durchführung (DB Netz AG 2014, 10-13).

Auch im Falle der Eisenbahnnutzung fallen die gleichen Kosten für die Containernutzung an, wie für die Verkehrsmittel Schiff und LKW. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle 4 aufgelistet.

Eisenbahnbezogene Kosten	Betriebskosten	Containerkosten
Energiekosten	Verwaltungs- & Managementkosten	Umschlags- & Verladekosten
Triebfahrzeugkosten	Personalkosten	Repositionierungskosten
Trassenkosten	Steuern	Wartungs- und Instandhaltungskosten
Versicherungen	Versicherungen	Versicherungen

Tabelle 4: Zusammenfassung der Kostenarten bei einem Transport mit der Eisenbahn (Eigene Darstellung)

4 Analyse des Umsetzungspotentials von H&S-Netzwerken

4.1 Die Nutzwertanalyse und ihre Vorgehensweise

Die Nutzwertanalyse (NWA) ist eine qualitative Bewertungsmethode, die den Nutzen von verschiedenen komplexen Alternativen ermittelt und bei der Entscheidungsfindung helfen kann. Diese Methode ist eine Erweiterung der Kosten-Nutzen-Analyse, die die subjektiven Präferenzen des Entscheiders mit einfließen lässt (Hüftle 2006, 9). Für diese Methode werden sowohl messbare, also quantitative, als auch nicht messbare, also qualitative Kriterien zur Analyse verwendet (GPM 2013, 1). Ziel dieses Verfahrens ist es, den Nutzwert verschiedener Alternativen zu berechnen und anschließend zu vergleichen. Danach wird die Alternative mit dem größten Nutzwert ausgewählt (Hüftle 2006, 9).

Die NWA setzt sich aus mehreren Schritten zusammen. Im allerersten Schritt werden die Alternativen, die zur Lösung des Problems führen können, bestimmt. Danach müssen Gütekriterien festgelegt werden, mit deren Hilfe die Alternativen bewertet werden können. Die Kriterien müssen von den Zielen der Lösung des Problems abgeleitet werden, die es im nächsten Schritt zu gewichten gilt. Dabei erhält das Kriterium die höchste Gewichtung, das als am wichtigsten und einflussreichsten eingestuft wird (Bundesverwaltungsamt 2014, o. S.).

Im nächsten Schritt wird die Erfüllung der Kriterien bei den einzelnen Alternativen beurteilt. Hierfür wird eine Bewertungsskala erstellt mit den Punktzahlen null bis zehn. Die Punktzahl zehn wird vergeben, wenn die Alternative das Kriterium vollständig erfüllt, während die null vergeben wird, wenn das Kriterium nicht erfüllt wird (Bundesverwaltungsamt 2014, o. S.). Die genauen Zuordnungen der Punktzahl zur Erfüllung des Kriteriums sind in Tabelle 5 dargestellt.

Erfüllung des Kriteriums	Punktzahl (PZ)
nicht erfüllt	0
gerade noch ausreichend	1
Ausreichend	2
ausreichend – befriedigend	3
Befriedigend	4
befriedigend – gut	5
Gut	6
gut - sehr gut	7
sehr gut	8
sehr gut - überragend	9
überragend	10

Tabelle 5: Zuordnung der Punktzahl zur Erfüllung des Kriteriums (Eigene Darstellung in Anlehnung an Bundesverwaltungsamt 2004, o. S.)

Wurde die Beurteilung durchgeführt, wird im weiteren Verlauf der Teilnutzwert (TN) des Kriteriums für jede einzelne Alternative festgestellt. Hierfür wird das Produkt aus der Gewichtung und der Punktzahl der Beurteilung des Erfüllungsgrades ermittelt. Die Teilnutzwerte

ergeben in der Summe den Gesamtnutzen der Alternative (Bundesverwaltungsamt 2014, o. S.).

Bevor die Rangfolge der Alternativen analysiert werden können, kann zusätzlich eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden, die untersucht, inwiefern sich die Rangfolge bei einer Abwandlung der Rahmenbedingungen verändern kann. Als beste Alternative wird diejenige ausgewählt, die den größten Gesamtnutzen hat (Hüftle 2006, 10).

4.2 Durchführung der Nutzwertanalyse

Bei einer möglichen Umsetzung des H&S-Netzes kommen drei Verkehrsmittel in Frage, die für einen Containertransport verwendet werden können. In Kapitel 3 wurden bereits die möglichen Kosten eines Containertransportes mit dem Schiff, mit dem LKW und mit der Eisenbahn erläutert. Nun soll mit Hilfe der Nutzwertanalyse herausgefunden werden, welche der genannten Verkehrsmittel am besten für eine Umsetzung geeignet sind. Es werden zudem weitere mögliche Möglichkeiten des Kombinierten Verkehrs als Alternativen in Betracht gezogen, da in der Praxis oft zwei oder mehrere Verkehrsmittel für einen Containertransport eingesetzt werden. Insgesamt gibt es also sieben mögliche Alternativen, die in der folgenden Tabelle aufgeführt sind.

Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4	Alternative 5	Alternative 6	Alternative 7
Schiff	LKW	Eisenbahn	LKW & Schiff	LKW & Eisenbahn	Schiff & Eisenbahn	LKW & Schiff & Eisenbahn

Tabelle 6: Alternativen der Nutzwertanalyse (Eigene Darstellung)

Nun müssen Zielkriterien festgelegt werden, mit deren Hilfe geprüft werden kann, inwiefern die Alternativen diese erfüllen. Eines der wichtigsten Punkte sind die Gesamtkosten des Systems, die in Kapitel 3.2 Kategorien erläutert wurden. Hierunter fallen z. B. die Betriebskosten, die Transportkosten oder auch die Verspätungskosten des Systems. H&S-Netzwerke müssen insgesamt niedrigere Gesamtkosten aufweisen, als die bisher genutzten Transportnetze, damit eine Planung und Umsetzung wirtschaftlich sinnvoll ist. Durch die stetig zunehmende Anzahl an Containern soll zudem geprüft werden, ob mögliche Größenvorteile mit den einzelnen Alternativen erzielt werden können. Je mehr Container auf einer Fahrt transportiert werden können, desto geringer sind die anfallenden durchschnittlichen Transportkosten. Zuletzt soll untersucht werden, ob H&S-Netzwerke die Repositionierung leerer Container erleichtern, da dieses Problem immer noch ein aktuelles Thema vieler Untersuchungen ist. Der Transport von leeren Containern generiert leerer Container mit 18 Prozent bewertet werden. Anhand dieser Kriterien sollen nun die Alternativen mit Hilfe der Punktzahlen werden. keinen Gewinn, weshalb viele Dienstleister darin bestrebt, alternative Möglichkeiten für einen möglichst günstigen Transport zu entwickeln (Le 2003, 11). Alle drei Kriterien weisen eine ähnlich hohe Priorität auf, wobei die Erzielung des Größenvorteils oder die Begünstigung der Repositionierung von Leercontainern im Ergebnis Kosteneinsparungen bedeuten und aus diesem Grund von höherer Bedeutung sind. Deshalb wird das Kriterium der niedrigen Gesamtkosten mit 60

Prozent am höchsten gewichtet, während die Erzielung der Größenvorteile mit 22 Prozent und die Begünstigung der Repositionierung

Kriterium A	Niedrige Gesamtkosten	60%
Kriterium B	Erzielung des Größenvorteils	22%
Kriterium C	Begünstigung der Repositionierung leerer Container	18%

Tabelle 7: Zielkriterien mit der zugehörigen Gewichtung (Eigene Darstellung)

		Alternative 1		Alternative 2		Alternative 3		Alternative 4		Alternative 5		Alternative 6		Alternative 7	
		Schiff		LKW		Eisenbahn		LKW & Schiff		LKW & Eisenbahn		Schiff & Eisenbahn		LKW & Schiff & Eisenbahn	
		PZ	TN	PZ	TN	PZ	TN	PZ	TN	PZ	TN	PZ	TN	PZ	TN
Kriterium A	60%	7	420	2	120	6	360	7	420	7	420	8	480	9	540
Kriterium B	22%	7	154	0	0	7	154	8	176	6	132	9	198	8	176
Kriterium C	18%	5	90	1	18	6	108	9	162	7	126	6	108	10	180
Gesamtnutzen		664		138		622		758		678		786		896	

Tabelle 8: Ermittlung des Gesamtnutzens für jede einzelne Alternative (Eigene Darstellung)

4.3 Ergebnisauswertung der Nutzwertanalyse

Bei der Alternative 1 können die Gesamtkosten durch einen Transport mit einem Containerschiff deutlich gesenkt werden. Besonders auf langen Strecken ist die Beförderung gewinnbringend, da es zu einer Kostendegression kommt. Insgesamt sind die Kosten eines Containerschiffes im Vergleich zu denen der Eisenbahn und des LKWs deutlich geringer. Ein Nachteil dieser Alternative ist der Transport im Vor- und Nachlauf, da die benötigte Infrastruktur nicht vorhanden ist. Deshalb ist das Kriterium insgesamt gut bis sehr gut erfüllt. Auf einer Fahrt können außerdem Größenvorteile erzielt werden, wenn größere Schiffe für die Beförderung der Container eingesetzt werden. Deshalb ist das Kriterium B ebenfalls gut bis sehr gut erfüllt. Allerdings konnte die Begünstigung der Repositionierung leerer Container nur mit gut bis befriedigend bewertet werden, da im Hinterland meistens keine Schiffe für den Transport eingesetzt werden können, weil es an den erforderlichen Wasserstraßen fehlt. Schiffe als Transportmittel können lediglich die Repositionierung auf internationaler Ebene begünstigen.

Die Alternative 2, bei der nur LKWs für den Containertransport innerhalb eines H&S-Netzwerkes eingesetzt werden, hat den kleinsten Gesamtnutzwert, da besonders die Transportkosten, die sich unter anderem aus dem hohen Kraftstoffverbrauch zusammensetzen, in einem solchen System sehr hoch sind. Technisch ist es den LKWs lediglich möglich, einen Container zu transportieren, weshalb mit diesem Transportmittel keine Größenvorteile erzeugt werden können. Dementsprechend ist das Kriterium B nicht erfüllt. Zudem kann die Repositionierung

onierung leerer Container kaum begünstigt werden, wenn einzelne leere Container auf regionaler Ebene befördert werden müssen. Der Transport von leeren Containern generiert keinen Gewinn für den Transporteur, da keine Ware transportiert wird, die wiederum einen Ertrag erzeugen, die mit den auslastungsunabhängigen Aufwendungen verrechnet werden. Mit dem LKW ist demnach zwar eine Repositionierung möglich, diese ist jedoch nicht lohnenswert. Aufgrund dieser Tatsache erfüllt die Alternative 2, der LKW, das letzte Kriterium gerade noch ausreichend. Eine Umsetzung dieser Alternative ist dennoch ökonomisch nicht sinnvoll.

Ähnlich wie bei Alternative 1, können die Gesamtkosten des Transportes mit der Eisenbahn durch die Ausnutzung des Skaleneffektes gesenkt werden. Je nach Zuglänge und Containerart können auf einer Fahrt bis zu 100 Container befördert werden. Allerdings ist der Stromverbrauch der Eisenbahn im Vergleich zu einem Schiff sehr hoch (Planco Consulting GmbH/bfg 2007, 14). Aufgrund dieser Fakten sind die beiden ersten Kriterien gut bis sehr gut erfüllt. Oftmals ist ein Güterzug nicht voll ausgelastet, da nicht alle Zugwagen belegt sind. Diese leeren Plätze könnten für den Transport von leeren Containern genutzt werden. Als Hub dienen die vorhandenen Güterzugbahnhöfe. Allerdings sind nicht alle Ziel- bzw. Quellorte mit dem Schienennetz verbunden. Deshalb kann die Eisenbahn nur auf den Speichen zwischen zwei Hubs genutzt werden. Folglich ist das letzte Kriterium gut erfüllt.

Das Problem des Transportes im Vor- und Nachlauf könnte bei der Eisenbahn und bei einem Schiff mit der Integrierung von LKWs in die Alternative gelöst werden. Allerdings könnten die Transportkosten sehr hoch sein, wenn die Strecken im Vor- und Nachlauf zu lang sind. Die zusätzlichen Kosten müssten bei der Kalkulation der Kosten für den Transport mit dem Schiff oder der Eisenbahn mit einberechnet werden. Die Alternative 4 hat die höheren Punktzahlen im Vergleich zur Alternative 5 bei den Kriterien B und C erhalten, da hier deutlich höhere Größenvorteile erzielt werden können. Die Repositionierung der Leercontainer ist zudem nahezu überragend erfüllt, da sowohl auf regionaler als auch auf überregionaler Ebene der Transport stattfinden kann.

Mit der Kombination von Schiffen und Eisenbahnen können besonders hohe Größenvorteile erzielt werden, die die gesamten Kosten reduzieren können. Die Alternative und 6 erfüllt die Kriterien A und B deshalb sehr gut bis überragend. Hier besteht jedoch immer noch das Problem des Vor- und Nachlauftransportes. Dies ist auch der Grund, weshalb das Kriterium der Begünstigung des Leercontainertransportes nur gut erfüllt ist.

Die Alternative 7 ist mit dem höchsten Gesamtnutzen die beste Alternative, bei der sich eine Umsetzung eines H&S-Netzes als ökonomisch sinnvoll ergeben würde. Dabei können Schiffe für lange Strecke verwendet werden. Für den Vor- und Nachlauf können je nach vorhandener Infrastruktur und Streckenlänge die Eisenbahn oder der LKW eingesetzt werden, was zu einer Reduzierung der Gesamtkosten führen würde. Diese Alternative kann sowohl kontinental als auch interkontinental umgesetzt werden. Durch die Verwendung der Schiffe im Hauptlauf und der Eisenbahnen im Vor- und Nachlauf können zudem Größenvorteile im System erzielt werden. Leere Container könnten bei dieser Alternative ebenfalls kostengünstig befördert werden. Außerdem ist die Repositionierung leerer Container dadurch begünstigt, da die Hubs zusätzlich als Depot dienen können. In diesen Depots können leere Container bis zu ihrem Gebrauch gelagert werden.

Die NWA hat gezeigt, dass einzelne Verkehrsmittel für einen Containertransport in einem H&S-Netzwerk wenig bis nicht geeignet sind. Eine Kombination der einzelnen Verkehrsmittel auf den Speichen des Netzes kann jedoch zu einer Reduzierung der Gesamtkosten durch die Ausnutzung potentieller Größenvorteile auf einigen Strecken führen und den Transportvorgang somit ökonomisch sowie ökologisch effizient und effektiv gestalten. Das Problem der Leercontainer könnte zwar mit einem H&S-Netzwerk nicht ganz gelöst werden, allerdings kann das Netzwerk einen großen Teil zur Behebung dieses Problems beitragen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass Logistikdienstleister mit Hilfe der H&S-Netze ihren Kunden eine gute Alternative zu einem Direkttransport anbieten können. Allerdings konnte bei der NWA nicht ermittelt werden, wie hoch die Kostenersparnisse oder die Transportkosten des Netzes sind. Hierzu fehlen konkrete Zahlen, die eine genaue Aussage über die Wirtschaftlichkeit der H&S-Netzwerke ermöglichen.

5 Zusammenfassende Darstellung

5.1 Zusammenfassung der Arbeit

Mit der Deregulierung des US-amerikanischen Luft- und Straßengüterverkehrs entwickelte sich mit dem H&S-Netzwerk ein neues System, bei dem Personen oder Güter durch einen Sammel- oder Umschlagspunkt befördert werden, bevor sie ihren Zielort erreichen. Im Laufe der Zeit wurden viele verschiedene H&S-Strukturen entwickelt, die sowohl in der Luftfahrt, als auch im Straßenverkehr und in der Schifffahrt eingesetzt werden. Mathematische Verfahren, wie das pHMP wurden entwickelt, um einen günstigen Standort der Hubs ermitteln zu können. Dabei leiten sich die meisten Verfahren von der wirtschaftlichen Standortplanung ab. Die Optimierungsverfahren folgen dem Ziel, die Transport- und Gesamtkosten möglichst zu minimieren.

Die Anwendung eines H&S-Netzwerkes ist mit vielen Vorteilen verbunden. Der größte Vorteil der sich ergibt, ist die Ausnutzung von Größenvorteilen, da durch die Konsolidierung der Güter sowie Personen in den Hubs teilweise größere Verkehrsmittel eingesetzt werden können, um die Güter oder Personen zu befördern. Durch die Bündelung des Verkehrstroms auf den Speichen des Netzes sind die Verkehrsmittel zudem besser ausgelastet, was bedeutet, dass die Beförderung eines zusätzlichen Gutes oder Passagiers kostengünstiger wird. Zusätzlich können durch die Struktur des Netzes, mehrere Orte in einem H&S-Netz integriert werden. Die Zahl der möglichen Anbindungen ist wesentlich höher, als die der Direktverkehrsnetze. Ein Nachteil des Systems ist jedoch, dass eine zeitliche Änderung einer Verbindung im Netz Auswirkungen auf das ganze Netzwerk haben kann. Eine Koordinierung und sorgfältige Planung ist deshalb sehr wichtig, damit ein reibungsloser Ablauf gewährleistet werden kann. Hierdurch entsteht im Vorfeld ein Mehraufwand für die Betreiber des Netzwerkes.

Je nachdem, welche Verkehrsmittel für den Containertransport im Netzwerk eingesetzt werden, entstehen dem Betreiber des H&S-Netzwerkes unterschiedliche Kostenarten. Nicht zu vergessen sind die anfallenden Aufwendungen im Betrieb, wie Personal- oder Verwaltungskosten. Weiterhin hat der Betreiber mit möglichen Containerkosten zu rechnen, da diese umgeschlagen oder verladen werden müssen. Auch bei der Repositionierung leerer Container fallen Kosten an.

Werden die Gesamtkosten, der Größenvorteil, sowie die Begünstigung der Repositionierung leerer Container zusammen betrachtet, so ergibt sich, dass die Nutzung der Verkehrsmittel LKW, Schiff und Eisenbahn gemeinsam in einem H&S-Netzwerk am effektivsten ist. Einzelne Verkehrsmittel können nicht alle Kriterien in vollem Umfang erfüllen und sind folglich für einen Containertransport im H&S-Netz weniger sinnvoll.

Durch die Literaturrecherche und die Durchführung der Nutzwertanalyse lassen sich die Fragestellungen, die am Anfang der Arbeit gestellt wurden, wie folgt beantworten. Es ist durchaus ökonomisch sinnvoll Container in einem H&S-Netzwerk zu befördern, wenn dabei Verkehrsmittel wie Containerschiffe, Eisenbahnen und LKWs kombiniert eingesetzt werden. Besonders große Vorteile können erzielt werden, wenn Schiffe für den Hauptlauf zwischen zwei Hubs zum Einsatz kommen und für den Vor- und Nachlauf des Containertransportes LKWs und Eisenbahnen genutzt werden. Die Kombination der drei Verkehrsmitteln begünstigen eine

Reduzierung der Transportkosten. Dadurch können Logistikdienstleister ihren Kunden eine preiswerte Alternative zum Direkttransport anbieten.

5.2 Zukünftige Entwicklungen und Forschungsausblicke

Die Bedeutung von H&S-Netzwerken wird in der Zukunft zunehmen. Durch den stetig steigenden Konsum und der wachsenden Nachfrage der Kunden, wird sich die Logistikbranche zukünftig weiterhin mit der Aufgabe befassen, ihre Serviceleistungen ständig zu verbessern, um wettbewerbsfähig zu bleiben und ihren Kunden zufrieden stellen zu können. Die Frachtpreise werden aufgrund der großen Nachfrage weiter sinken, sodass Unternehmen ihre Produktionszweige in Entwicklungsländern versetzen, um die Produktionskosten zu verringern. Folge dieser Umsiedlung ist die steigende Nachfrage nach Containertransporten. Für den internationalen Transport werden Megacarrier gebaut, die bis zu 19.000 TEU transportieren können. Damit geht der Trend immer weiter zu H&S-Netzwerken, da diese Containerschiffe durch ihre Größe nur bestimmte Häfen anlaufen können (Saunders 2013, 10). Um die Kunden im Hinterland dennoch bedienen zu können, müssen deshalb alternative Transportmöglichkeiten eingesetzt werden. Zudem werden Binnenwasserstraßen und Schienengüternetze weiter ausgebaut werden, die den Transport im Hinterland erleichtern werden (Saunders 2013, 11-12).

Ein Forschungsansatz für die Zukunft könnte eine Integration von Direktverbindungen in einem H&S-Netzwerk sein. Durch diese Forschung könnten Weg- und Kosteneinsparungen entstehen, die den Einsatz von H&S-Netzwerken in Verbindung mit dem Containertransport noch attraktiver machen.

Literaturverzeichnis

Bräuniger, Michael/Otto, Alkis Henri/Stiller Silvia (2010): Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Hamburger Hafens in Abhängigkeit vom Fahrrinnenausbau von Unter- und Außenelbe. Online im Internet unter: http://www.hwwi.org/uploads/tx_wilpubdb/HWWI_Policy_Paper_1-32.pdf (Stand: 31.05.2010; Abfrage: 30.05.2014; [MEZ] 20:50 Uhr).

Bryan, Deborah L./O’Kelly, Morten E (1999): Hub-and-Spoke Networks in Air Transportation: An Analytical Review. In: *Journal of Regional Science*, 39 (2), 275-295.

Bundesverwaltungsamt (2014): Qualitative Bewertungsmethoden. Online im Internet unter: http://www.orghandbuch.de/OHB/DE/Organisationshandbuch/6_MethodenTechniken/65_Wirtschaftlichkeitsuntersuchung/652_Qualitative/qualitative-node.html;jsessionid=0C288DDF0EF3000619912BF724D4247 (Abfrage: 10.07.2014; [MEZ] 14:38).

Campbell, James F. (1996): Hub Location and p-Hub Median Problem. In: *Operations Research*, 44 (6), 923-935.

Campbell, J.F./Ernst, A.T./Krishnamoorthy, M. (2005): Hub Arc Location Problems: Part I : Introduction and Results. In: *Management Science*, 51 (10), 1540-1555.

Caves, Douglas W./Christensen, Laurits R./Tretheway, Michael W. (1984): Economies of density versus economies of scale: why trunk local service airline costs differ. In: *The Rand Journal of Economics*, 15 (4), 471-489.

Clausen, Uwe (2003): Erarbeitung eines Konzeptes zum Einsatz der Regionalbahnen im Rahmen der Kreislaufwirtschaft. Dortmund: Fraunhofer IML.

DB Netz AG (2014): Das Trassenpreissystem der DB Netz AG. Online im Internet unter: <http://www.db-netz.de/file/2559012/data/tpsbrochuere2015.pdf> (Stand: 17.04.2014; Abfrage: 05.07.2014; [MEZ] 12.38 Uhr).

Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement (GPM) (2013): Nutzwertanalyse. Online im Internet unter: <http://www.gpm-infocenter.de/uploads/PMMethoden/Nutzwertanalyse.pdf> (Stand: 24.04.2013; Abfrage: 10.07.2014; [MEZ] 14:20 Uhr).

Domschke, Wolfgang/Krispin, Gabriela (1999): Zur wirtschaftlichen Effizienz von Hub-and-Spoke-Netzen. In: Pfohl, Hans-Christian/Ulli, Arnold (Hrsg): *Logistikforschung*. Berlin : E. Schmidt, 279-304.

Frost, James/Roy, Marc-Andre/Brooks, Mary R./Zelman, Mike (2008): Study in Potential Hub and Spoke Container Transshipment Operations in Eastern Canada for Marine Movements of Freight (Short Sea Shipping). Online im Internet unter: <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1006998.pdf> (Stand: 23.07.2009; Abfrage: 06.05.2014; [MEZ] 14:38 Uhr).

Höfer, Bernd J. (1993): *Strukturwandel im europäischen Luftverkehr*. Frankfurt am Main et al.: Perter Lang.

- Hüftle, Mike (2006): Bewertungsverfahren. Online im Internet unter: <http://www.optiv.de/Methoden/BewVerfa/BewVerfa.pdf> (Stand:28.07.2006; Abfrage: 10.07.2014; [MEZ] 14:22 Uhr).
- Kafurke, Thomas (2002): Betriebswirtschaftliche Zahlen. Online im Internet unter: http://www.unternehmerinfo.de/Gruendung/FAQ/Existenzgruendung_FAQ_Zahlen.htm (Stand: 26.05.2002; Abfrage: 25.06.2014; [MEZ] 19:18 Uhr).
- Kara, BY/Tansel BC (2003): The Single-Assignment Hub Covering Problem: Models and Linearizations. In: *The Journal of Operational Research Society*, 54 (1), 59-64.
- Krüger-Kopiske, Karsten Kunibert (2008): Cost management, In: Heideloff, Christel/Pawlik, Thomas (Hrsg.): *Management issues in container shipping*. Bremen: Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik, 87-122.
- Lai, K.K./Lam, Kokin/Chan, W.K. (1995): Shipping Container Logistics and Allocation. In: *The Journal of the Operational Research Society*, 46 (6), 687-697.
- Le, Dam Hanh, P.I. (2003): The Logistics of Empty Cargo Containers in the Southern California Region: Are Current International Logistics Practices a Barrier to Rationalizing the Regional Movement of Empty Containers. Online im Internet unter: <http://www.freightworks.org/Documents/Logistics%20of%20Empty%20Containers%20in%20the%20Southern%20California%20Region.pdf> (Stand: 13.09.2013; Abfrage: 22.07.2014; [MEZ] 15:00 Uhr).
- Lemper, Burkhard (2003): Containerschiffahrt und Welthandel – eine „Symbiose“. Online im Internet unter: http://www.apensio.de/cms/i/Containerschiffahrt_und_Welthandel.pdf (Stand: 19.20.2011; Abfrage: 22.07.2014; [MEZ] 14:44 Uhr).
- Mayer, Gabriela (2001): *Strategische Logistikplanung von Hub&Spoke-Systemen*. 1. Auflage. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Ng, Ada Suk Fung (2012): Container Flow and Empty Container Repositioning. In: Song, Dong-Wook (Hrsg.): *Maritime Logistics Contemporary Issues*. Bingley: Emerald, 28-48.
- O’Kelly, Morton E (1998): A geographer’s analysis of hub-and-spoke networks. In: *Journal of Transport Geography*, 6 (3), 171-186.
- Olivo, Alessandro/Zuddas, Paola/Di Francesco, Massimo/Manca, Antonio (2005): An operational model for empty container management. In: *Maritime Economics and Logistics*, 7 (3), 199-222.
- Panzar, John C./Willig, Robert D. (1981): Economies of Scope. In: *The American Economic Review*, 71 (2), 268-272.
- Pfohl, Hans-Christian/Gomm, Moritz/Hofmann, Erik (2003): *Netzwerke in der Transportlogistik*. 1.Auflage. Darmstadt: Technische Universität Darmstadt.

Planco Consulting GmbH/Bundesanstalt für Gewässerkunde (bfg) (2007): Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Straße, Bahn und Wasserstraße. Online im Internet unter: https://www.wsv.de/wsd-o/service/Downloads/Verkehrstraegervergleich_Kurzfassung.pdf (Stand: 21.03.2014; Abfrage: 15.07.2014; [MEZ] 15:37Uhr).

Rang, Christoph (2006): Lenk- und Ruhezeiten im Straßengüterverkehr. 16., erweiterte Auflage. München: Verlag Heinrich Vogel GmbH.

Saunders, Helen (2013): Logistik im Jahr 2020: Die Zukunft zum Greifen nah. Online im Internet unter: <http://www.kewill.com/de/?wpmact=process&did=MzcuaG90bGluaw==> (Stand: 29.08.2013; Abfrage 22.07.2014; [MEZ] 12:38 Uhr).

Schäfer, Isolde Sabine (2003): Strategische Allianzen und Wettbewerb im Luftverkehr. Berlin: Mensch&Buch Verlag.

Schweizer, Urs, Prof. Dr. (2008): Vertragsstrafen. In: Eger, Thomas/Bigus, Jochen/Ott, Claus/von Wangenheim, Georg (Hrsg.): Internationalisierung des Rechts und seine ökonomische Analyse. Wiesbaden: Gabler, 263-273.

TÜV SÜD Akademie GmbH (2014): Weiterbildung für Lkw-Fahrer. Online im Internet unter: <http://www.tuev-sued.de/pub/akd/2014/pdf/Lkw-Seminare-TUEV-SUED-Akademie.pdf> (Stand: 03.04.2014; Abfrage: 07.08.2014; [MEZ] 11:38 Uhr).

United Nations Conference on Trade and Development (2013): Review of Maritime Transport 2013. Online im Internet unter: http://unctad.org/en/publicationslibrary/rmt2013_en.pdf (Stand: 04.12.2013; Abfrage 26.06.2014; [MEZ] 13:16 Uhr).

Vojdani, Nina/Rösner, René (2012): Systematisierung, Bewertung und Modellierung der Unsicherheiten in der Leercontainerlogistik. Online im Internet unter: <https://www.logistics-journal.de/proceedings/2012/3450/15-vojdani2-wgtl2012.pdf> (Abfrage: 07.08.2014; [MEZ] 10:12 Uhr).

Wagner, Bernd (2006): Hub&Spoke-Netzwerke in der Logistik. 1.Auflage. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Wittenbrink, Paul (2011): Transportkostenmanagement im Straßengüterverkehr. 1.Auflage . Wiesbaden: Gabler Verlag.

Wittenbrink, Paul (2012): Systemkosten Straße und Schiene im Güterverkehrsbereich. In: Güterbahnen: Güterverkehr auf der Schiene: Markt, Technik, Verkehrspolitik, 11. Jahrgang (2), 14-17.

Universität Bremen
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Lehrstuhl für ABWL und Logistikmanagement
Wilhelm-Herbst-Str. 12
28359 Bremen

Telefon: +49 0421 218 66981
E-Mail: kotzab@uni-bremen.de
www.lm.uni-bremen.de

ISSN 2365-2101

Als wissenschaftliches elektronisches Dokument veröffentlicht in der Staats- und
Universitätsbibliothek Bremen und auf dem Lehrstuhlserver

Veröffentlicht: 2015