



1. EINLEITUNG

1.1. PROBLEMSTELLUNG UND ZIELE DER ARBEIT

Nach einer gemeinsamen Studie der Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services (Fraunhofer SCS), der Deutschen Verkehrs-Zeitung (DVZ) und der Bundesvereinigung Logistik (BVL) aus dem Jahre 2012 hat die Logistikbranche 2011 in Deutschland mit 2,82 Mio. Beschäftigten ein Ladungsvolumen von 3,8 Mrd. Tonnen abgewickelt und ein Marktvolumen von 223 Mrd. € erwirtschaftet. 3,2 Mrd. Tonnen des Ladungsvolumens entfallen hierbei auf den Straßengüterverkehr. Mit 71,4% des betrieblich veranlassten Transportvolumens werden Transportprozesse verstärkt ausgegliedert und es wird vermehrt auf externe Logistic Service Provider (LSP) zurückgegriffen (Kille und Schwemmer 2012).

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung prognostiziert für den Zeitraum vom Jahr 2004 bis zum Jahr 2025 eine Zunahme der Güterverkehrsleistung um 79% für den innerdeutschen Straßengüterverkehr und 84% für den Straßengüterfernverkehr. „Da dieser Anstieg überdies regional ungleichmäßig verteilt ist, ist auf vielen Fernstraßen nahezu mit einer Verdopplung des Güterverkehrs zu rechnen“ (BMVBS 2008). Dieses Verkehrsmehraufkommen lässt sich nicht allein durch den Neu- und Ausbau von Verkehrsinfrastrukturen bewältigen. Aus ökonomischen und ökologischen Gründen ist es notwendig, einerseits durch eine bestmögliche Nutzung der vorhandenen Infrastruktur den Aus- und Neubaubedarf auf den notwendigsten Umfang zu beschränken und andererseits die Effizienz des Straßengüterfernverkehrs zu steigern. Nach dem Sonderbericht des Bundesamtes für Güterverkehr fahren 20% aller Lkw im gewerblichen Güterverkehr gänzlich ohne Beladung (BAG 2010).

Neben der gesamtgesellschaftlichen Relevanz dieses Sachverhaltes steht auf privatwirtschaftlicher Ebene ein stetiger Zwang nach Kosteneinsparung und Effizienzsteigerung. Insbesondere kleine und mittlere Speditionen des Straßengüterverkehrs sind immer stärker darauf angewiesen, Synergieeffekte horizontaler Kooperationen zu nutzen und selbst mit konkurrierenden Unternehmen zusammenzuarbeiten. Hierbei wird vermehrt auf Angebote in Form von Frachtenbörsen oder Logistiknetzwerken zurückgegriffen. Im Sammelgut- und Komplettladungsbereich konnten solche Lösungen bereits erheblich zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit kleiner und mittlerer Speditionen beitragen.



„Insbesondere im Teilladungssegment ist es sinnvoll, mit anderen Unternehmen zu kooperieren [...] dabei sollten Unternehmen auch im Kopf haben, dass sie eventuell einen Auftrag mal an die ‚Konkurrenz‘ abgeben: aber in einer Kooperation ist es ja ein Geben und Nehmen.“ Christian Kille, Professor für Handelslogistik an der Hochschule Würzburg und fachlicher Beirat der Fraunhofer-Arbeitsgruppe Supply Chain Services (DVZ 2014)

Der Transport sogenannter Teilladungen stellt kleine und mittlere Speditionen allerdings bis heute noch vor erhebliche Herausforderungen. Als Teilladung werden Sendungen bezeichnet, die aufgrund ihrer Größe (Gewicht bzw. Abmessungen) meist nicht umgeschlagen werden, jedoch den Frachtraum des Transportmittels nicht vollständig auslasten (Bloech und Ihde 1997; Stumpf 1998). Aufgrund entsprechender Vorgaben durch den Verlader – etwa durch ein Umladeverbot bei empfindlichen Gütern – kann ein Umschlag zudem auch vollständig ausgeschlossen sein.

Die Bündelung mehrerer Sendungen zu einer Komplettladung stellt aber insbesondere im Teilladungssegment für kleine und mittlere Speditionen eine besondere Herausforderung dar. Nach Definition des Instituts für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn wird von kleinen und mittleren Speditionen gesprochen, wenn sie weniger als 500 Mitarbeiter beschäftigen und der Umsatz unterhalb von 50 Millionen Euro pro Jahr liegt. In einer Mitgliederbefragung des Deutschen Speditions- und Logistikverbands e.V. (DSLTV) gaben 32% der rund 3000 befragten Mitgliedsunternehmen – die ca. 90% des jährlichen Branchenumsatzes erzeugen – an, über genau eine Niederlassung zu verfügen, 41% hatten zwischen zwei und fünf Niederlassungen (DSLTV 2005). Eine Bündelung solcher Transporte erfordert aber entweder die entsprechenden ausreichenden regional korrelierenden Auftragsvolumina oder den Zugriff auf geeignete Infrastrukturen.

Für kleine und mittlere Speditionen ist es daher oft alternativlos, eine Teilladung im Direktverkehr zuzustellen. Eine effiziente Bündelung mehrerer Teilladungen ist mangels geeigneter Kooperationsstrukturen oft nicht möglich. Um aber am Markt im Teilladungssegment auch gegen die „Big Player“ wie bspw. DHL, Dachser, Kühne + Nagel etc. bestehen zu können, die sowohl über die entsprechenden Auftragsvolumina als auch über optimierte eigene Infrastrukturen verfügen, müssen innovative Kooperationslösungen entwickelt und etabliert werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung einer IT-Kooperationsplattform für kleine und mittlere Speditionen zur speditiionsübergreifenden Abwicklung von Lkw-Teilladungstransporten im Direktverkehr, die sich in die Geschäftsprozesse einer Frachtenkooperation im Teilladungssegment eingliedert. Die Dissertationsschrift greift hierbei die Business-Architektur für Frachtenkooperationen kleiner und mittlerer Speditionen im Teilladungssegment nach FRIEDRICHSMEIER auf. Er beschreibt eine Kooperationslösung im Straßengüterverkehr, die auf linienbasierten Direktverkehren basiert und die Möglichkeit von Sendungsmitnahmen entlang von Transportrelationen vorsieht (Friedrichsmeier 2013).

Neben der detaillierten Ausgestaltung dieses zugrundeliegenden Logistikkonzepts und der Modellierung geeigneter Lösungen für die Sendungsmitnahme, steht die Entwicklung einer geeigneten IT-Architektur für die Kooperationsplattform selbst im Fokus. Diese muss die aufgeworfenen wissenschaftlichen Herausforderungen im Rahmen des Softwareentwurfs aufgreifen und lösen. Hierbei müssen insbesondere geeignete Verfahren für die durch das zugrundeliegende Logistikkonzept aufgeworfenen kombinatorischen Optimierungsprobleme entwickelt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit werden somit die folgenden Forschungsfragen bearbeitet:

- Welche Anforderungen stellen sich an die Entwicklung einer IT-basierten Kooperationsplattform für die Realisierung und Optimierung speditiionsübergreifender Direktverkehre von Lkw-Teilladungen? (FF1)
- Wie muss die IT-Architektur einer Kooperationsplattform für die Realisierung und Optimierung speditiionsübergreifender Direktverkehre für Lkw-Teilladungen konzipiert und ausgestaltet sein? (FF2)
- Welche Verfahren eignen sich für die Verarbeitung und die optimierte Zuordnung von Sendungsaufträgen im Rahmen dieser Architektur? (FF3)

1.2. VORGEHENSWEISE UND AUFBAU DER ARBEIT

Zur Beantwortung der aufgeworfenen Forschungsfragen folgt die vorliegende Arbeit der in Abbildung 1-1 beschriebenen Struktur. In Abschnitt 2.1 werden zunächst verschiedene Systeme der Transportlogistik eingeführt und der Stand der Forschung zu den vorherrschenden Kooperationsstrukturen aufgearbeitet. Abschnitt 2.2 dient hierbei insbesondere der Verortung der vorliegenden Arbeit im Kontext der Transportlogistik.

Um im späteren Verlauf der Arbeit auf eine saubere definitorische Grundlage zurückgreifen zu können, wird in Kapitel 3 das der Arbeit zugrundeliegende Logistikkonzept nach FRIEDRICHSMIEIER formal spezifiziert und definiert und entsprechend erweitert.

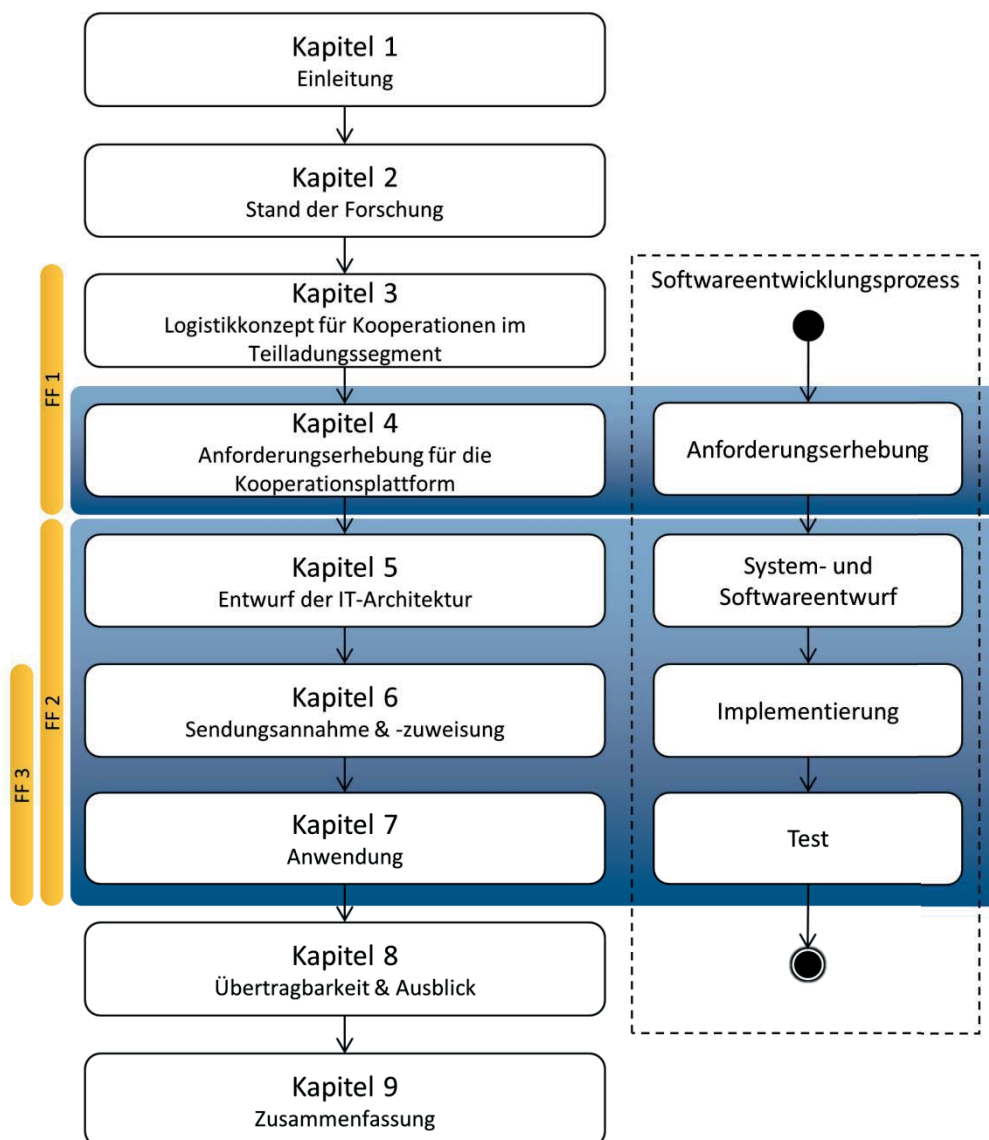


Abbildung 1-1: Struktur der Arbeit anhand der Phasen des Softwareentwicklungsprozesses nach Sommerville mit Verortung der Forschungsfragen (FF1 bis FF3)

In Verbindung mit Kapitel 4, in dem die zentralen Anforderungen an die Kooperationsplattform erhoben werden, dient dies insbesondere zur Beantwortung von Forschungsfrage 1. Auf Basis der in Abschnitt 4.3 zusammengefassten Anforderungsspezifikationen widmet sich Kapitel 5 der Beantwortung von Forschungsfrage 2, also der Modellierung einer geeigneten IT-Architektur für die Kooperationsplattform.

In Kapitel 6 wird dann vertieft auf zwei zentrale Bestandteile der IT-Architektur eingegangen: die Durchführbarkeitsprüfung bei der Sendungsannahme und die Optimierung des logistischen Konsolidierungs-Szenarios. Hiermit wird insbesondere die Beantwortung von Forschungsfrage 3 adressiert.

Kapitel 7 weist anschließend die Anwendbarkeit der Architektur in der Praxis und die vollständige Integration in die Geschäftsprozesse der Frachtkooperation im Teilladungssegment nach und beantwortet somit abschließend Forschungsfrage 2 und 3.

Mit der Übertragbarkeit auf ein integriertes Rückladungsmanagement befasst sich anschließend Kapitel 8. Insbesondere werden hierbei verschiedenste Forschungsbedarfe diskutiert. Anhand einzelner Megatrends und Zukunftsszenarien werden die Ergebnisse der Arbeit und deren Weiterverwendung im Rahmen eines Ausblicks eingeordnet.

Der Aufbau der Arbeit folgt somit dem in Abbildung 1-1 skizzierten Softwareentwicklungsprozess von der Anforderungserhebung über den System- und Softwareentwurf sowie der Implementierung bis hin zum abschließenden Testing nach SOMMERVILLE (Sommerville 2012).



2. STAND DER FORSCHUNG

2.1. SYSTEME DER TRANSPORTLOGISTIK IM STRAßENGÜTERVERKEHR

Ein wesentliches Merkmal für die Klassifizierung eines Transportsystems im Straßengüterverkehr ist die Größenverteilung der zu transportierenden Sendungen. Während große Sendungen in vollen Transporteinheiten (Komplettladungen), z. B. Lkw-Zügen oder Bahn-Containern, im Direktverkehr vom Versender zum Empfänger transportiert werden können, werden kleine Sendungen in einem Transportnetz gebündelt, wobei hierbei eine einzelne Sendung einmal oder mehrmals umgeschlagen wird. Zweck dieser Bündelung von Transportströmen ist die Senkung der Transportkosten. Da die Kosten einer Fahrt auf einer bestimmten Strecke für ein bestimmtes Fahrzeug nur unwesentlich von der transportierten Menge abhängen, bringt eine hohe Auslastung der Ladekapazitäten erhebliche Kostenvorteile. Zudem sinken die Kosten im Verhältnis zur Ladekapazität mit zunehmender Fahrzeuggröße. Es steigen allerdings auch bei einer Bündelung mehrerer Sendungen zu einem gemeinsamen Transport, etwa durch einen LSP, die Kosten pro Mengeneinheit mit abnehmender Sendungsgröße. Im Vergleich zum Direkttransport können die gebündelten Sendungen allerdings Umwege zu unterschiedlichen Versand- und Empfangsorten, zusätzliche Standzeiten und weitere Umschläge verursachen. (Arnold et al. 2008; Fleischmann und van Nunen, Jo A. E. E. et al. 1998)

Im Rahmen der Unternehmenslogistik wird im Allgemeinen zwischen der Beschaffungslogistik und der Distributionslogistik unterschieden. Diese Unterscheidung bezieht sich auf ein bestimmtes Unternehmen und kennzeichnet nicht die unterschiedlichen Strukturen von Gütertransportsystemen. Jeder Transportprozess gehört aus Sicht des Versenders zur Distribution, aus Sicht des Empfängers zur Beschaffung (Arnold et al. 2008). Aus der Sicht eines LSP umfasst der Transportprozess alle Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse, die der LSP für seine Auftraggeber ausführt. Die Struktur eines solchen Systems hängt von der Größe der zu transportierenden Sendungen ab.

Komplettladungen können in Direktverkehren vom Versand- zum Empfangsort transportiert werden. Das Gleiche gilt für Teilladungen, die in der Regel zu Touren zusammengefasst unabhängig von einem Netzwerk transportiert werden. Nach GÜDEHUS beginnt eine Teilladung ab 2,5 t oder 5 Paletten-Stellplätzen aufwärts. Als obere Grenze (Komplettladung) gelten 10 bis 15 t bzw. 20 bis 25 Paletten-Stellplätze (Gudehus 2010). Stückgut und Pakete werden

dagegen als Sammelgut in einem Netzwerk gebündelt, das eine große Zahl von potenziellen Versand- und Empfangsorten in beiden Richtungen miteinander verbindet. Die Abgrenzung von Teilladungen zu Stückgut ist in der Literatur überaus unscharf behandelt. Teilladungen sind aber in der Regel Stückgüter, die aufgrund ihrer Größe nicht mehr zu gängigem Sammelgut zusammengefasst werden. Sammelgut und Stückgut wird daher auch meist synonym verwendet.

Flächendeckende deutschland- und teilweise europaweite Transportnetze im Straßengüterverkehr wurden in den letzten Jahren von einigen großen Speditionen und durch Verbünde regionaler Speditionen entwickelt. Hierzu gehören auch die Netze für Fracht und Briefe der Deutschen Post (Arnold et al. 2008).

Ein typisches nationales Netz mit 24-Stunden-Service für Stückgut oder Pakete weist folgende allgemeine Struktur und Prozesse auf (Wlcek 1998): Etwa 20 bis 40 Depots sind in jeweils einem fest abgegrenzten Gebiet für das Ausliefern der Sendungen zu den Empfängern und das Sammeln von den Versendern zuständig. Beides geschieht mit denselben Fahrzeugen, die in Touren am Vormittag zustellen, anschließend bis zum Abend sammeln und die Ware zum Depot bringen. Der Ferntransport erfolgt über Nacht gebündelt zwischen den Depots. Jede Sendung, soweit sie nicht in der Region verbleibt, durchläuft somit eine dreigliedrige Transportkette mit Vorlauf (Einsammeln), Hauptlauf (Depot-Depot) und Nachlauf (Ausliefern) (Arnold et al. 2008).

Das Netz muss nun die Depots so verbinden, dass Transporte von und zu jedem Depot möglich sind. Eine besonders starke Bündelung wird durch ein sogenanntes Hub-and-Spoke-Netz erreicht, das jedes Depot speichenförmig mit einem Hub verbindet (vgl. Abbildung 2-1a). Ein Hub ist ein zentraler Umschlagpunkt, in dem die Ferntransporte synchronisiert ankommen, und die Sendungen nach Zielregionen sortiert und umgeladen werden, so dass die Fahrzeuge zu ihren Ausgangsdepots zurückfahren können. Diese Struktur kann durch sogenannte Feeder-Hubs noch verdichtet werden (vgl. Abbildung 2-1b). Innerhalb eines Feeder-Hub-Transportnetzes, oder auch dreistufigen Hubsystems, werden die Transporte zwischen den Regionalhubs wie in einem Single-Hub-Spoke-Netz über einen zentralen Hub abgewickelt, der über die sogenannten Feeder-Hubs versorgt wird (Arnold et al. 2008).

Sofern in dieser Struktur einige Relationen mehr als ein Fahrzeug auslasten, kann eine Variante mit mehreren Hubs (vgl. Abbildung 2-1c) oder mit einzelnen direkten Depot-Depot-Relationen sinnvoll sein (vgl. Abbildung 2-1d) (Arnold et al. 2008).

Für einen 24-Stunden-Service in einem solchen Netz verlaufen die Hauptläufe als Linienverkehre meist nach einem festen Fahrplan, der sowohl die Synchronisation der einzelnen Fahrten am Hub als auch die Synchronisation dieser Fahrten mit dem Sammel- und Verteilverkehr am Depot koordiniert. Dabei sind die zeitlichen Toleranzen sehr gering und erlauben in der Regel höchstens einen vollen Umschlag pro Hauptlauf.

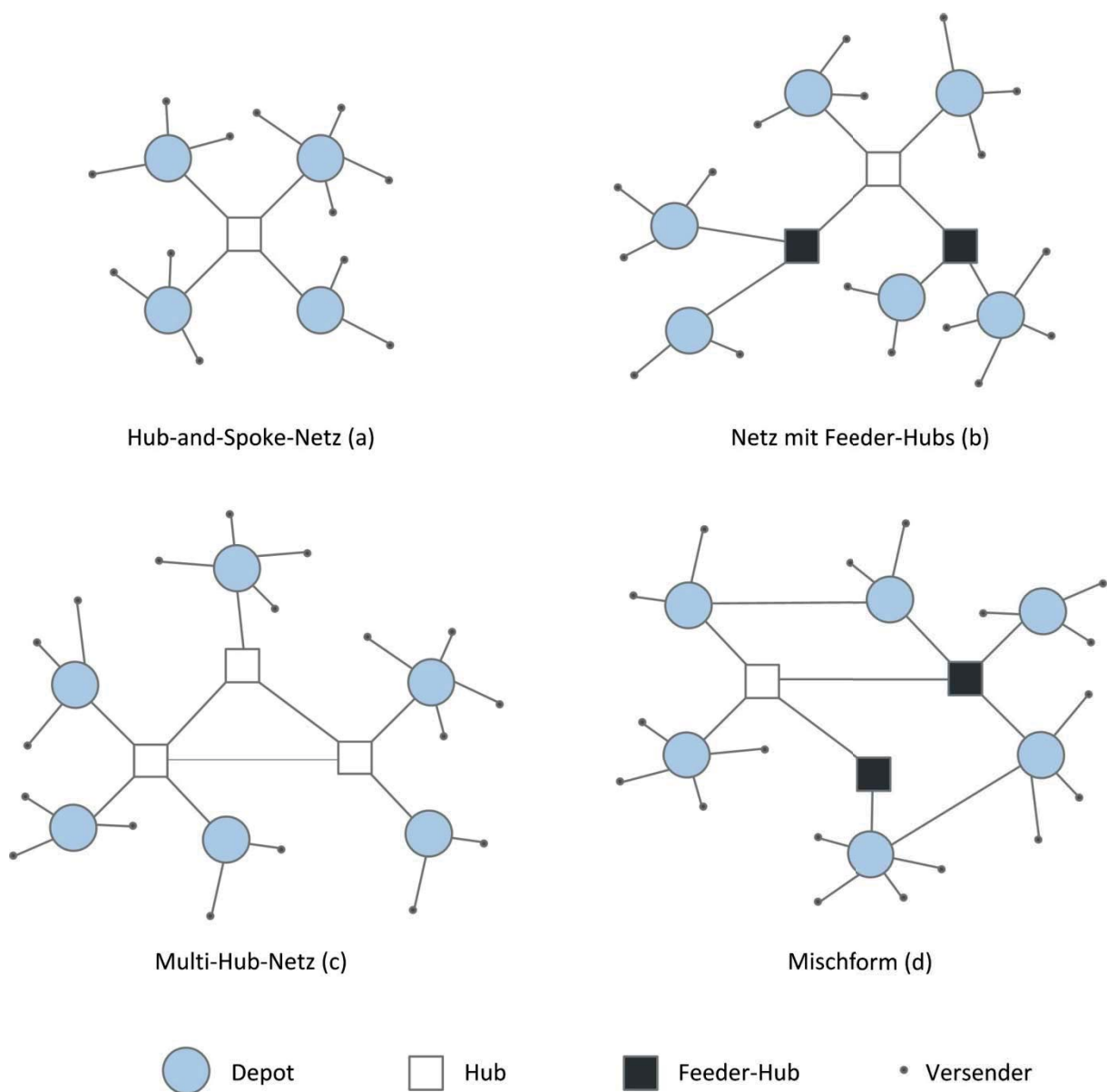


Abbildung 2-1: Netzstrukturen in Anlehnung an Arnold (Arnold et al. 2008)

Zusätzlich können evtl. schnellere Formen des Umschlags, der Tausch von ganzen Ladungsträgern (Container, Wechselbrücken) in sogenannten Begegnungsverkehren oder das Beiladen einzelner Sendungen vorgesehen werden.

In Stückgutsystemen werden meist auch Teilladungen transportiert, was die Flexibilität für die tägliche Disposition erhöht: Mittelgroße Sendungen können je nach Auslastung des Linienverkehrs wahlweise als Stückgut oder als Teilladung behandelt werden (Stumpf 1998). Paketdienste haben dagegen eine homogenere Sendungsstruktur und arbeiten mit reinem Linienverkehr und einer hohen Automatisierung des Umschlags.

2.2. KOOPERATIONSSTRUKTUREN IM STRAßENGÜTERVERKEHR

Um dem stetig wachsenden wirtschaftlichen Druck und den steigenden Forderungen der Endkunden nach 24h- bzw. 48h-Zustellungen begegnen zu können, haben sich kleine und mittlere Speditionen des Straßengüterverkehrs vermehrt zu Kooperationsverbünden zusammengeschlossen. Ziel dieses Zusammenschlusses ist es, Synergien im Rahmen kombinierter Transporte zu nutzen. So sind Transportnetzwerke wie bspw. die Aktiengesellschaft Europäischer Ladungs-Verbund Internationaler Spediteure (ELVIS AG), die Vernetzte Transport-Logistik GmbH (VTL) und das International Logistic Network (ILN) entstanden. Weitere etablierte Kooperationen sind die KoLoS, Brandlog, Cargo in motion, Transcoop 09 und die Logcoop. Diese teilweise europaweit agierenden Netzwerke bilden unter anderem auch unter Verwendung von Feeder-Hubs oder Multi-Hub-Netzen eigene Hub-and-Spoke-Strukturen ab. So verfügt das mit über 200 Systempartnern organisierte ILN bspw. aktuell über 24 sogenannte Trans-Shipment-Points (TSP), also Umschlagbetriebe, die eigens für das System eingerichtet wurden. Die VTL verfügt ihrerseits über einen Zentral- sowie drei Regional-Hubs mit über 120 Systempartnern. Während der Großteil dieser Kooperationen ausschließlich erfolgreich im Stückgutsegment operiert, hat sich die ELVIS AG als erste Teilladungskooperation am Markt positioniert. Mit einem eigens eingerichteten Zentral-Hub in Knüllwald und dem kürzlich eröffneten Süd-Hub in Herbrechtingen (Landkreis Heidenheim) operiert ELVIS im Teilladungssegment aber ebenso auf einer HUB-and-Spoke-Struktur mit Feeder-Hub. Ein Zentralumschlag und die dadurch entstehenden Kosten sind in diesem Konzept unumgänglich. Die Abwicklung nicht umladbarer Sendungen (bspw. durch Umladeverbote durch den Versender) ist daher nicht möglich.