



Masterarbeit

Werksnahe Konsolidierungspunkte

Analyse der Anforderungen, am Beispiel des
Standortes Audi Neckarsulm.

eingereicht an der

Montanuniversität Leoben

erstellt am

Lehrstuhl Industrielogistik

Vorgelegt von:

Lukas Christian HAUER
0535074

Betreuer/Gutachter:

Univ.-Prof. Dr. Helmut Zsifkovits

Leoben, Juni 2011

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht veröffentlicht oder keiner anderen Prüfungsstelle vorgelegt.

....., den

Ort

.....

Unterschrift des Verfassers

Sperrvermerk

Veröffentlichungen über den Inhalt der Arbeit sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der AUDI AG zugelassen.

Die Ergebnisse, Meinungen und Schlüsse dieser Arbeit sind nicht notwendigerweise die der AUDI AG.

Die vorliegende Arbeit ist als „intern“ klassifiziert. Sie darf nur

- innerhalb des Volkswagen-Konzerns,
- der/m Betreuer/in an der Hochschule und
- den Korrektoren sowie
- den Mitgliedern des Prüfungsausschusses

zugänglich gemacht werden.

Betreuer/in, Korrektoren und Mitglieder des Prüfungsausschusses sind vorab zur Geheimhaltung zu verpflichten.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde während meiner Tätigkeit als freier Mitarbeiter in der Abteilung für Transportlogistik der Markenlogistik (N/PL-62) der AUDI AG Neckarsulm, erstellt.

Sie bildet den Abschluss meines Studiums an der Montanuniversität Leoben.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die durch ihre Unterstützung zur erfolgreichen Durchführung dieser Masterarbeit beigetragen haben:

- Mein besonderer Dank gilt Herrn Stefan Rühl und Herrn Jan Baumung, die mich während dieser Arbeit betreuten. Sie haben mich während dieser Zeit sowohl fachlich als auch persönlich mit großem Engagement unterstützt.
- Desweiteren möchte ich mich bei den Vorgesetzten, sowie allen Kollegen aus der Markenlogistik bedanken, die mich freundlich aufgenommen haben und mir so eine schnelle Integration ermöglichten.
- Große Unterstützung konnte ich zudem von den Kollegen aus der Werklogistik in Neckarsulm erfahren. Insbesondere möchte ich Herrn Wohlfarth danken, der mir bei fachlichen Fragen stets hilfreich zur Seite stand.
- Weiters möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Helmut Zsifkovits, der die Betreuung seitens der Universität übernommen hat, bedanken.
- Nicht zuletzt gilt der Hauptdank meiner Familie und allen Freunden, die mich uneingeschränkt während meiner gesamten Studienzeit unterstützt haben und mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Kurzfassung

Durch die geplante Umsetzung des Neuen Logistikkonzeptes der Stufe 2, folgt eine Umstrukturierung des Gebietsspeditionswesens des Volkswagen Konzerns. Daraus ergeben sich für die Transportlogistik neue planerische Herausforderungen. Kern dieser Arbeit ist die Analyse der Anforderungen multifunktionaler, werksnaher Konsolidierungspunkte aus der Sichtweise der externen Transportlogistik. Aus den unterschiedlichen beteiligten Organisationseinheiten (dem Konzern, den Werken und den Marken) im Planungsprozess solcher Konsolidierungspunkte, resultiert ein Interessenskonflikt der jeweiligen Schwerpunktsetzungen. Diese unterschiedlichen Interessen werden anhand des werksnahen Konsolidierungspunktes am Audi-Werk in Neckarsulm analysiert. Die Betrachtung beinhaltet ein Stufenkonzept, für eine idealisierte Umsetzung des Konsolidierungspunktes.

Abstract

The implementation of the new logistics concept ("Neue Logistikkonzept, phase 2") requires a restructuring of the area freight forwarding contract of the Volkswagen group. This reorganization results in new planning challenges for transport logistics. The core issue of this paper is the analysis of the requirements on multifunctional consolidation points in the external transport logistics. The variety of organizational units in the planning process (group, brands and plants) can lead to disagreements in the respective goals and duties. These differences of opinions are discussed on the basis of a consolidation point near to the Audi plant in Neckarsulm. This consideration includes a level concept for an implementation of the consolidation point.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	I
Sperrvermerk	II
Danksagung	III
Kurzfassung	IV
Abstract	V
Inhaltsverzeichnis	VI
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Problemstellung	1
1.3 Zielsetzung.....	2
1.4 Aufbau der Arbeit	3
1.5 Vorstellung der AUDI AG.....	4
2 Theoretische Grundlagen	7
2.1 Definitionen	7
2.1.1 Transportlogistik.....	7
2.1.2 Frachtträger	8
2.1.3 Logistische Netze.....	9
2.1.4 Konsolidierungspunkt.....	11
2.1.5 Brownfield-Werke vs. Greenfield-Werke	13
2.2 Die Automobilindustrie	14
2.3 Lean Logistics	16
3 Strukturelle Voraussetzungen für die Anforderungsanalyse	20
3.1 Abgrenzung der betrachteten Material- und Behälterströme.....	20
3.1.1 Vollgutströme	20
3.1.2 Leergutströme.....	22
3.2 Logistikstrukturen und Transportkonzepte der VOLKSWAGEN AG	23
3.2.1 Abgrenzung Konzern-, Marken- und Werkslogistik.....	24
3.2.2 Abgrenzung der Transportkonzepte.....	25
3.2.3 Neues Logistikkonzept (NLK)	31
3.3 Strukturen des Audi-Werkes Neckarsulm	42
3.3.1 Ladestellenstruktur	43
3.3.2 Lagerstruktur.....	44
3.3.3 Standortspezifische Logistikstrukturen	45
3.4 Beteiligte Rollen im Konsolidierungsprozess.....	45
4 Anforderungsanalyse	48
4.1 Prozessspezifische Anforderungen	49
4.1.1 Materialfluss-Prozess.....	49
4.1.2 Informationsfluss-Prozess	51
4.2 Ökonomische Anforderungen.....	53
4.2.1 Externe Kostenstruktur	55
4.2.2 Kostenstruktur im Konsolidierungspunkt	55
4.2.3 Werksspezifische Einsparungsstruktur.....	56
4.3 Geographische Anforderungen	57
4.4 Vertragsspezifische Anforderungen	59

4.5	Ökologische Anforderungen	62
4.6	Ganzheitliches Bewertungsschema	63
5	Umsetzungsorientierter Konzeptvorschlag am Audi-Standort Neckarsulm	67
5.1	Idealkonzept eines werksnahen Konsolidierungspunktes	67
5.2	Zielkonzept für das Audi-Werk Neckarsulm	71
5.3	Migrationsvorschlag als Stufenkonzept	73
5.3.1	Idealisierter Entwicklungspfad zum Zielkonzept	74
5.3.2	Planungsstand der Audi-Werklogistik Neckarsulm	76
5.3.3	Entwicklungspfad zum Zielkonzept	78
5.4	Monetäre und qualitative Bewertungen	80
5.4.1	Bewertung der Kosten der IST-Situation aus Sicht der externen Transportlogistik	81
5.4.2	Ganzheitliche Bewertung des aktuellen Planungsstandes und des Zielkonzeptes	82
6	Schlussfolgerung und Perspektive	84
	Abkürzungsverzeichnis	X
	Literaturverzeichnis	XII
	Anhang	XVII

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Frachtraten von Polen nach Deutschland	30
Abbildung 1: Orientierungsplan Audi Werk Neckarsulm	5
Abbildung 2: Organisatorische Eingliederung der Transportlogistik	6
Abbildung 3: Abgrenzung Transportlogistik	7
Abbildung 4: Rastersystem mit 6 Knoten und 15 Kanten bzw. 30 Hauptlaufverbindungen	10
Abbildung 5: Hubsystem mit 6 Knoten und 5 Kanten bzw. 10 Hauptlaufverbindungen	10
Abbildung 6: Funktionalität eines multifunktionalen Konsolidierungspunktes	11
Abbildung 7: Die sieben Verschwendungsarten nach Toyota	17
Abbildung 8: Grundprinzipien einer schlanken Logistik	18
Abbildung 9: Prinzipienhaus der schlanken Logistik	19
Abbildung 10: Teilespektrum des Audi A6 Avant	20
Abbildung 11: Aufteilung der Regel-Transportkonzepte im Werk Neckarsulm	21
Abbildung 12: Behälterteilung	22
Abbildung 13: Markenvielfalt der VOLKSWAGEN AG	23
Abbildung 14: Funktionale Abgrenzung logistischer Subsysteme im Konzern	24
Abbildung 15: Beispiel des Zeithaushaltes eines JIS Verkehres	26
Abbildung 16: Vollgutabwicklung Gebietsspeditionswesen	28
Abbildung 17: Gebietsspeditionseinteilung Deutschland	29
Abbildung 18: Gebietsspeditionseinteilung Europa	31
Abbildung 19: Das Haus des Audi-Produktions-Systems	32
Abbildung 20: Arten der Verschwendung	32
Abbildung 21: Prinzip des festen Kundentaktes	33
Abbildung 22: Prinzip des Materialflusses (die Verbindung der Prozesse)	34
Abbildung 23: Pull-Prinzip (der Kunde steuert die Produktion)	34
Abbildung 24: Prinzip der Perfektion	35
Abbildung 25: Prinzip des Werkerdreiecks	36
Abbildung 26: Bereitstellung von Kleinladungsträger an der Linie	36
Abbildung 27: Umstellung von Taxi-System auf Bus-System	37
Abbildung 28: Lieferabrufe ohne bzw. mit Transportbezug	38
Abbildung 29: Abgrenzung der NLK Stufen	38
Abbildung 30: Der Weg vom Lieferanten zum Werk	39
Abbildung 31: Vorschlag für Netzwerk von lieferantennahen Cross Docks	40
Abbildung 32: Physische Abwicklung des mehrstufigen Cross Dock-Prozesses	40
Abbildung 33: Über die Tagtreue und Produktionsscheiben zur Perlenkette	41
Abbildung 34: Transportnetzwerkdarstellung des NLK Stufe 2	42

Abbildung 35: Luftaufnahme des Audi-Werk Neckarsulm	42
Abbildung 36: Struktur von ausgewählten Lagerstellen.....	43
Abbildung 37: Externe Lagerstruktur	44
Abbildung 38: Übersicht Konsolidierungsprozess.....	46
Abbildung 39: Lieferantenstruktur der AUDI AG Neckarsulm in Europa	47
Abbildung 40: Ökonomische Steuerungsgröße Transportfrequenz	54
Abbildung 41: Wirtschaftlichkeitsschwelle Verkehrsträger Straße vs. Schiene	55
Abbildung 42: Geografische Eingrenzung am Beispiel Audi-Werk Neckarsulm	58
Abbildung 43: Vertragliche Einigkeit	59
Abbildung 44: Standgeldfreie Zeit vs. separate Standzeitvergütung	61
Abbildung 45: Bewertungsskala	65
Abbildung 46: Zielkonzeptentwicklung	67
Abbildung 47: Einsatz einer standardisierten Schnittstelle	69
Abbildung 48: Prinzipdarstellung des idealisierten Entwicklungspfades	74
Abbildung 49: Morphologischer Kasten mit den Ausprägungen des IST-Standes	74
Abbildung 50: Morphologischer Kasten mit den Ausprägungen des Zielkonzeptes	75
Abbildung 51: Aktueller Planungsstand für zusätzliche Anlieferpunkte	76
Abbildung 52: Prinzipdarstellung des Entwicklungspfades	78
Abbildung 53: Morphologischer Kasten mit den Ausprägungen des Planungsstandes	78
Abbildung 54: Logistikleistung von Logistiknetzwerken im Laufe der Zeit	85

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Im Volkswagen Konzern gibt es seit einigen Jahren die Bestrebung die logistischen Prozesse neu auszurichten. Durch die Eliminierung von Verschwendung und Fehlern sollen Prozesse verschlankt und beschleunigt werden. Die Reduzierung der Durchlaufzeiten in der gesamten Prozesskette soll zur Senkung der Lager- und Pufferbestände im Materialfluss beitragen. Die Bestrebung zur Verschlinkung wird unter dem Schlagwort **NLK (Neues Logistikkonzept)** im Volkswagen Konzern vorangetrieben. Die wichtigste Grundlage für das NLK sind stabile Prozesse in der gesamten Supply Chain.

„Eine besondere Chance zur Effizienzsteigerung und damit verbundenen Kostenoptimierungen ergibt sich durch eine Beruhigung der Fahrweise in den fahrzeugbauenden Werken. Entlang der gesamten Prozesskette resultiert daraus eine gleichmäßigere Produktion und die Möglichkeit, Materialbestände und fertige Erzeugnisse in Fahrzeug- und Komponentenwerken zu reduzieren.“, Peter Mohr, Markenlogistikleiter des Volkswagen Konzerns¹

Durch das NLK will die Logistik ihren Teil zur Erreichung der *Strategie 2018*² von Volkswagen beitragen.

Dieses Konzept ist stufenweise aufgebaut. Die Stufe 1 wurde bereits auf einzelne Relationen migriert. Der Volkswagen Konzern, im Speziellen die Volkswagen Logistics in Zusammenarbeit mit den einzelnen Markenlogistik-Vertretern und Werkslogistik-Vertretern, entwickelt aktuell das NLK der Stufe 2. In dieser Stufe 2 (nur auf die Inbound-Logistik bezogen) werden Teilkonzepte entwickelt, die auch im Gebietsspeditionswesen (siehe Kapitel 3.2.2) das Prinzip des NLK (Schlagworte wie Takt, Fluss, Pull und Perfektion) einbeziehen (zum Prinzip des NLK siehe Kapitel 3.2.3). Ein Teilkonzept des NLK umfasst die Installation von (werks- sowie lieferantennahen) Cross Dock Anlagen.

1.2 Problemstellung

Durch die aktuellen Planungsarbeiten an der zweiten Stufe des NLK ergeben sich verschiedene Zielkonflikte zwischen den Anforderungen der einzelnen Werke und

¹ o.V. (2010): NLK – Neues Logistikkonzept: Der Beitrag der Logistik zum Konzernproduktionssystem, in: NLK Broschüre, S.7

² Die Ausrichtung des Volkswagen Konzerns als ökonomisch und ökologisch weltweit führendes Automobilunternehmen ist das zentrale Element der Strategie 2018. Der Volkswagen Konzern soll im Jahr 2018 das erfolgreichste und faszinierendste Automobilunternehmen der Welt sein.

den Anforderungen des Konzerns. Die Audi Markenlogistik steht zwischen den beiden Interessensgruppen. Daher ergeben sich für die Audi Markenlogistik folgende Fragestellungen:

- Welche Anforderungen stellt die externe Transportlogistik an einen multifunktionalen, werksnahen Konsolidierungspunkt?
- Welche Anforderungen werden durch einen multifunktionalen, werksnahen Konsolidierungspunkt an die externe Transportlogistik gestellt?

Da das Spektrum an potentiellen Anforderungen groß ist, leitet sich aus den ersten Fragestellungen die folgende Unterfrage ab:

- Wie lassen sich die Anforderungen von multifunktionalen, werksnahen Konsolidierungspunkten in Kategorien (wie z.B. prozessspezifische Anforderungen, geografische Anforderungen, ...) einordnen?

Die verschiedenen Anforderungen stehen meist in Wechselwirkung zueinander. Daher müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche die verschiedenen Wechselwirkungen der Anforderungen berücksichtigen. Zur Beschreibung dieser Rahmenbedingungen muss vorher folgende Frage beantwortet werden:

- Gibt es bereits *State-of-the-art*-Handlungsempfehlungen für die Anforderungen von multifunktionalen, werksnahen Konsolidierungspunkten, bzw. wie könnten solche Handlungsempfehlungen aussehen?

Um diese idealen Rahmenbedingungen auch erreichen zu können, drängt sich im Besonderen noch folgende Fragenstellung auf:

- Wie könnte ein Migrationsvorschlag hin zu einem Idealkonzept für den Audi-Standort Neckarsulm aussehen?

1.3 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist, durch die Beantwortung der in der Problemstellung erörterten Forschungsfragen eine Herleitung der Rahmenbedingungen für die Implementierung von werksnahen Konsolidierungspunkten im Volkswagen Konzern, aus Sicht der externen Transportlogistik, durchzuführen. Die Rahmenbedingungen sollen aus einem Abgleich der folgenden Aspekte erfolgen:

- Konzernanforderungen des NLK (Stufe 2)
- Standort spezifische Anforderungen

- *State-of-the-art*-Ansätze

Der Abgleich der standortspezifischen Anforderungen wird am Beispiel der Anforderungen, des Audi Werkes in Neckarsulm, aus Sicht der externen Transportlogistik, erfolgen. Infolge der beispielhaften Standortbetrachtung soll auch ein Migrationsvorschlag (ausgearbeitet anhand eines Stufenkonzeptes) für die Implementierung eines werksnahen Konsolidierungspunktes erstellt werden.

In den *State-of-the-art*-Ansätzen sollen sowohl das Wissen aus wissenschaftlichen Arbeiten einfließen, als auch die Erkenntnisse aus Besichtigungen von beispielhaften Konsolidierungspunkten.

1.4 Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit ist in sechs Kapitel untergliedert. Im ersten einleitenden Kapitel, wird ausgehend von der **Ausgangssituation**, über die **Problemstellung**, die **Zielsetzung** definiert, gefolgt von einer **Vorstellung der AUDI AG**.

Im zweiten Kapitel liegt der Fokus auf den theoretischen Grundlagen. Hier werden anfangs die Begrifflichkeiten genau definiert und abgegrenzt. Den **Definitionen** folgt ein Überblick über die **Automobilindustrie** und den in den letzten Jahren geänderten Anforderungen an die Automobilindustrie, welche ein Umdenken im Bereich der Logistik zur **Lean Logistics** zur Folge hatten.

Im dritten Kapitel werden die strukturellen Voraussetzungen für die Anforderungsanalyse genau abgesteckt. Eingeleitet wird dieses Kapitel mit der **Abgrenzung der betrachteten Material- und Behälterströme**. Hauptteil dieses Kapitels bildet die Beschreibung der **Logistikstrukturen und Transportkonzepte der VOLKSWAGEN AG**. Dies beinhaltet eine Darstellung der Transportkonzepte, im Besonderen des Gebietsspeditionswesens der VOLKSWAGEN AG, welches durch das NLK der Stufe 2 neu organisiert werden soll. Danach wird auch das NLK detailliert vorgestellt. Weiters erfolgt die detaillierte Darstellung der **Strukturen des Audi-Werkes Neckarsulm**. Zu den strukturellen Voraussetzungen zählt auch die Schilderung der **beteiligten Rollen im Konsolidierungsprozess**.

Die im Kapitel 3 beschriebenen strukturellen Voraussetzungen bilden die Basis für die in Kapitel 4 angeführten Anforderungen. Die **Anforderungsanalyse** ist in 5 Teilbereiche aufgeteilt (prozessspezifisch, ökonomisch, geografisch, ökologisch und vertrags-

spezifisch). Um verschiedene Anforderungsausprägungen miteinander vergleichbar zu machen, folgt der Anforderungsanalyse ein **ganzheitliches Bewertungsschema**.

Im Kapitel 5 wird ein umsetzungsorientierter Konzeptvorschlag, für einen werksnahen Konsolidierungspunkt am Audi-Standort Neckarsulm erörtert. Dabei wird ausgehend von einem allgemeinen **Idealkonzept**, das **Zielkonzept** eines werksnahen Konsolidierungspunktes am Audi-Standort in Neckarsulm hergeleitet. Das Kapitel 5 beinhaltet weiters einen **Migrationsvorschlag** als Stufenkonzept zum Erreichen dieses Zielkonzeptes. Es sind zwei Entwicklungspfade dargestellt. Zum einen ein idealisierter Pfad und zum anderen ein Entwicklungspfad der von dem aktuellen Planungsstandes der Audi-Werklogistik Neckarsulm abspringt. Vervollständigt wird dieses Kapitel mit einer **monetären und qualitativen Bewertung**.

Abgeschlossen wird diese Arbeit mit dem sechsten Kapitel. Nach einer kurzen **Schlussfolgerung**, welche die Ausarbeitungen kurz zusammenfasst, folgen **Perspektiven** zu der in der Arbeit aufgearbeiteten Thematik.

1.5 Vorstellung der AUDI AG

Die AUDI AG ist Teil des VW-Konzerns und produzierte im Jahr 2009 an den folgenden sechs Automobilstandorten mit mehr als 58.000 Mitarbeitern³ 931.007 Premiumfahrzeuge⁴ und 1.383.909 Motoren⁵:

- Ingolstadt, Deutschland (Hauptsitz)
- Neckarsulm, Deutschland
- Brüssel, Belgien
- Győr, Ungarn
- Changchun, China
- Aurangabad, Indien

Weiters besitzt die AUDI AG noch zwei Hundertprozent-Tochtergesellschaften, die das Sportwagen-Segment bedienen, die quattro GmbH (Neckarsulm) und die Automobili Lamborghini S.p.A. (Sant Agate Bolognese, Italien).

³ vgl. o.V. (o.J.): Audi Geschäftsbericht 2009 (10.02.2010), AUDI AG, http://www.audi.de/etc/medialib/ngw/company/investor_relations/pdf/finanzberichte/Geschaeftsberichte_2009.Par.0020.File.pdf/audi_gb_2009_de.pdf, (Stand: 13.12.2010), S. 2

⁴ vgl. ebenda

⁵ vgl. ebenda

Der Produktionsstandort Neckarsulm:

Am Standort Neckarsulm, der in dieser Arbeit beispielhaft betrachtet wird, wurden im Jahr 2009 von 12.935 Mitarbeitern⁶ 278.096 Fahrzeuge⁷ produziert. Im Werk Neckarsulm laufen neben den Modellreihen Audi A6, Audi A7 und Audi A8 auch das Volumenmodell Audi A4 (in der Produktionsdreh Scheibe mit dem Werk in Ingolstadt) sowie das Audi A5 Cabrio von den Bändern. Außerdem werden auch die Sportmodelle Audi S6 und Audi S8, der Audi A6 allroad quattro sowie Schwer- und Leichtpanzerfahrzeuge produziert. Die quattro GmbH fertigt am Standort Neckarsulm die Modelle Audi RS4, Audi RS6 und den Präzisionssportwagen Audi R8.



Abbildung 1: Orientierungsplan Audi Werk Neckarsulm⁸

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, bietet das Gelände des Audi-Werkes in Neckarsulm sehr eingeschränkte Expansionsmöglichkeiten. Westlich durch den Neckarkanal und östlich durch die Eisenbahntrasse begrenzt, erstreckt sich das rund eine Million Quadratmeter große Werksgelände schon fast auf die maximal mögliche Fläche.

Die Transportlogistik der AUDI AG:

Die Transportlogistik ist Teil der Audi Markenlogistik die sich wiederum in den Geschäftsbereich Produktion eingliedert (siehe Abbildung 2). Ziele der Transportlogistik:

⁶ vgl. ebenda, S. 157

⁷ vgl. ebenda, S. 147

⁸ vgl. o.V. (o.J.): Orientierungsplan Werk Neckarsulm, Volkswagen AG, http://www.vwgroupsupply.com/b2b/etc/medialib/vwb2b_folder/supply2public/mpl_documents.Par.0004.File.pdf/werksplan_audi_neckarsulm.pdf (Stand: 13.12.2010)

„Zukunftssichere Transportprozesse, wettbewerbsfähige Transportleistungen und kundenorientierte Zusatzleistungen gemeinsam mit der Volkswagen Logistics für die Markengruppe Audi entwickeln, ausplanen und realisieren.“⁹

Die Transportlogistik unterteilt sich wiederum in die Transportlogistik Fahrzeuge und in die Transportlogistik Material und bildet das Bindeglied der Audi Logistik zur Volkswagen Logistics in Wolfsburg. In dieser Arbeit ist nur die **Transportlogistik Material** von Interesse.

Ziel der Transportlogistik Material ist:

„Optimale Ausgestaltung und finanzielle Abwicklung der Transportlogistik im Rahmen der Materialbeschaffung.“¹⁰

Das Ziel der Transportlogistik Material wird unter Berücksichtigung von Markengruppen- und Konzernsynergien in enger Zusammenarbeit mit der Volkswagen Logistics, verfolgt.¹¹

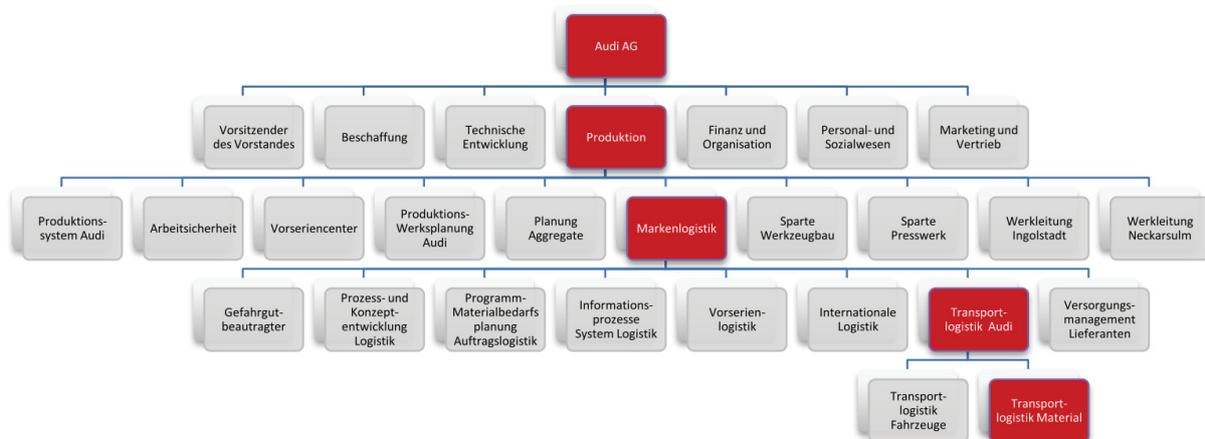


Abbildung 2: Organisatorische Eingliederung der Transportlogistik¹²

⁹ o.V. (o.J.): Audi Kommunikationsverzeichnis OE-Kurzdarstellung, I/PL-6, <http://audi-mynet.web.audi.vwg> (Stand: 13.12.2010)

¹⁰ o.V. (o.J.): Audi Kommunikationsverzeichnis OE-Kurzdarstellung, I/PL-62, <http://audi-mynet.web.audi.vwg> (Stand: 13.12.2010)

¹¹ vgl. ebenda

¹² eigene Darstellung

2 Theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel dient der Definition der Begrifflichkeiten, auf denen die Arbeit aufbaut. Die grundlegende Beschreibung der Automobilindustrie beschränkt sich hierbei auf den in dieser Arbeit benötigten Teilbereich der Logistik in der Automobilindustrie, sowie deren Schnittstellen. Um genauer in die Prozesse des NLK einsteigen zu können, benötigt es die Beschreibung der Prinzipien der *Lean Logistics*.

2.1 Definitionen

Die Definitionen stellen die Basis der Arbeit dar. In diesem Abschnitt werden Begrifflichkeiten genau abgegrenzt, um gleiches Verständnis mit dem Leser herzustellen.

2.1.1 Transportlogistik

Der Begriff der *Transportlogistik* teilt sich in die Bereiche der *innerbetrieblichen Transporte* und der *außerbetrieblichen Transporte* auf. Die *außerbetrieblichen Transporte* teilen sich wieder in die *Inbound-Logistik* und in die *Outbound-Logistik* auf. Die Abbildung 3 illustriert die genaue Abgrenzung der Teilbereiche voneinander.

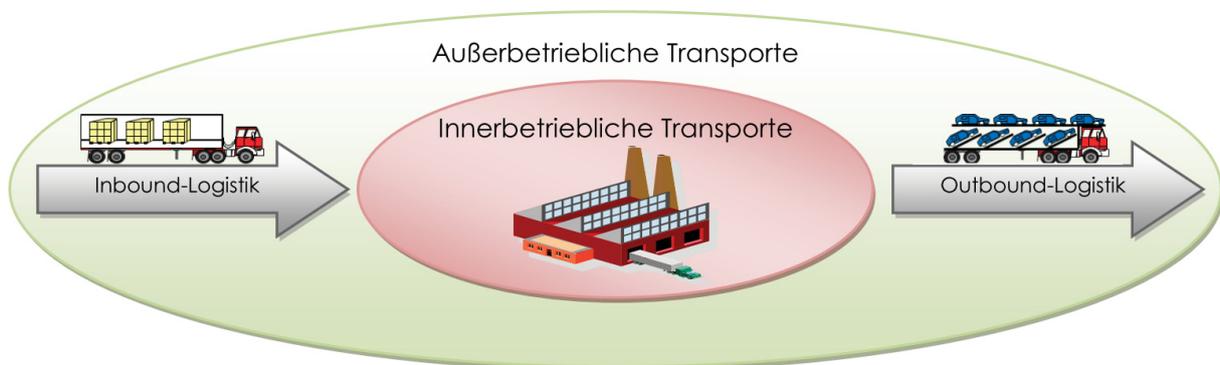


Abbildung 3: Abgrenzung Transportlogistik¹³

Der *außerbetriebliche Transport* wird in dieser Arbeit wie folgt definiert:

„Raumüberbrückung von Gütern mithilfe von Transportmitteln. Zentrale Funktionen des Transportes sind die Beförderung und der dazu erforderliche Umschlag.“

Bei Vorliegen eines Transportbedarfs wird die Wahl des günstigsten Transportmittels (See-/Binnenschiff, Eisenbahn, Lastkraftwagen, Flugzeug) bes. von transportgutabhängigen (Produktbeschaffenheit, Verpackungsart, Bestellmenge), transportmittelabhängigen (Ladefähigkeit, Zuverlässigkeit,

¹³ eigene Darstellung

Schnelligkeit, Sicherheit, Kosten), geschäftspartnerorientierten (Entfernung zwischen Liefer- und Empfangspunkt, Zugänglichkeit zum Transportnetz, Transportzeiten) sowie gesetzlichen Einflussfaktoren bestimmt. Die dadurch bedingte Problemkomplexität erfordert eine situationsbezogene Transportmittelwahl.“, Winfried Krieger¹⁴

Der *innerbetriebliche Transport*, wird hingegen so definiert:

„Planung, Steuerung und Durchführung von Aktivitäten der Ortsveränderung innerhalb von Betrieben und Betriebsteilen. In DIN 30 781, Teil 1 wird der innerbetriebliche Transport mit „Fördern“ bezeichnet und als die Ortsveränderung von Personen und/oder Gütern mit manuellen oder mit technischen Mitteln definiert. Beide Teilfunktionen des Transports beeinflussen sich gegenseitig und sollten im Sinne der Logistikkonzeption (Logistik) sowohl auf der Realisierungsebene als auch auf der Planungs- und Steuerungsebene verknüpft sein.“, Winfried Krieger¹⁵

Die Abgrenzung zwischen *Inbound-Logistik* und *Outbound-Logistik* erfolgt in dieser Arbeit durch das Transportgut. Alle Transporte von Fahrzeugen, die selbstständig auf einen Frachträger fahren können, sind der *Outbound-Logistik* zuzuordnen. Die restlichen außerbetrieblichen Transporte gliedern sich in die *Inbound-Logistik* ein.

Die in dieser Arbeit betrachteten Transporte sind alle in die *Inbound-Logistik* einzuordnen.

2.1.2 Frachträger

Mithilfe eines Frachträgers (oder auch Transportmittel) wird die räumliche Überbrückung von Transportbedarfen zwischen einer Quelle und einer Senke sichergestellt. Diese Überbrückung kann durch einen, oder durch eine Kombination aus mehreren, der folgenden Frachträger erfolgen:

- Lastkraftwagen
- Eisenbahn
- Flugzeug
- Binnenschiff bzw. Seeschiff

¹⁴ Krieger W. (o.J.): Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Transport, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/83378/transport-v5.html> (Stand: 22.12.2010)

¹⁵ ebenda

2.1.3 Logistische Netze

Logistische Netze legen den Materialfluss in einem logistischen System fest. Die Visualisierung erfolgt meist durch eine graphentheoretische Abbildung. Eine solche Abbildung besteht aus einer definierten Anzahl von Knoten, die durch Kanten verbunden werden. Die Knoten stehen dabei für Quellen, Senken und Umschlagpunkte. Die Kanten verbinden die verschiedenen Orte miteinander und geben so den Materialfluss vor.¹⁶

Bei der Gestaltung eines logistischen Netzwerks müssen verschiedene Entscheidungsbereiche berücksichtigt werden. Diese Entscheidungsbereiche können nach ihrer Fristigkeit in strategische, taktische und operative Aspekte eingeteilt werden:¹⁷

Strategische Aspekte (langfristig):

- Anzahlproblem: Anzahl und Größe der Netzknoten
- Standortproblem: Räumliche Lage der Netzknoten
- Stufenproblem: Stufung / Funktion der Netzknoten
- Zuordnungsproblem: Zuordnung der Quellen und Senken zu den Knoten

Taktische Aspekte (mittelfristig):

- Transportorganisation
- Bestandszuordnung und -höhe im Netz
- Bestimmung der Beschaffungs- und Belieferungsfrequenz (Regelfahrplanbildung)
- Festlegung der Struktur der Bestandssteuerung

Operative Aspekte („Tagesgeschäft“):

- Fahrzeugeinsatz- und Tourenplanung

Die Anordnung der Knoten und Kanten kann meist auf eines von zwei Grundmodellen zurückgeführt werden. Diese sind zum einen das **Rastersystem** und zum anderen das **Hubsystem**.

¹⁶ vgl. Gleissner H. / Femerling J. (2007): Logistik: Grundlagen- Übungen- Fallbeispiele, S. 167

¹⁷ vgl. Stieglitz A. (1999): Die Reorganisation handelslogistischer Versorgungsketten. Einflussfaktoren und Instrumente, S. 97

Rastersystem¹⁸

In einem Rastersystem besteht von jedem Knoten zu jedem Knoten eine direkte Verbindung. Jeder Knoten hat zu jedem anderen Knoten eine Hauptlaufverbindung (genauere Information Vor-, Haupt- und Nachlauf, siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Eine Kante ist bidirektional, beinhaltet also zwei Hauptlaufverbindungen (z.B. Hauptlaufverbindung Knoten 1 mit Knoten 2 und Hauptlaufverbindung Knoten 2 mit Knoten 1). Zum besseren Verständnis siehe die folgende Abbildung:

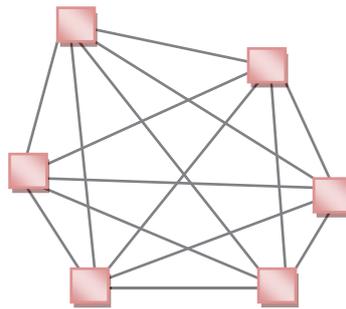


Abbildung 4: Rastersystem mit 6 Knoten und 15 Kanten bzw. 30 Hauptlaufverbindungen¹⁹

Hubsystem²⁰

Das Hubsystem (auch Nabe-Speiche-System genannt) bündelt die Hauptläufe in einem (einstufig) oder in wenigen (mehrstufig) zentralen Knoten. Die Hauptlaufverbindung von einem zu einem anderen Knoten erfolgt **über** den sogenannten Hub (zentraler Knoten).

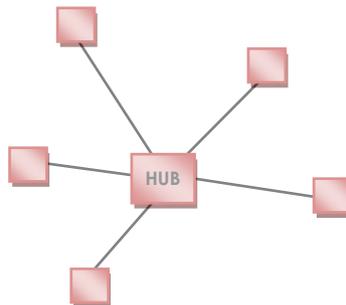


Abbildung 5: Hubsystem mit 6 Knoten und 5 Kanten bzw. 10 Hauptlaufverbindungen²¹

Im Hubsystem werden weitgehend getaktete Fahrpläne abgefahren. Nur für Bedarfsspitzen oder für das Abfedern von Unpaarigkeiten ist ein dispositiver Eingriff in das System notwendig. Daher und durch die viel geringere Anzahl an Hauptlaufverbin-

¹⁸ vgl. Bretzke W. (2008): Logistische Netzwerke, S. 223ff

¹⁹ eigene Darstellung

²⁰ vgl. Bretzke W. (2008): Logistische Netzwerke, S. 229ff

²¹ eigene Darstellung

dungen (Anzahl Hauptlaufverbindungen im Rastersystem: $n \cdot (n-1)$ vs. Anzahl Hauptlaufverbindungen im Hubsystem: $n-1$, $n \dots$ Anzahl der Knoten), ist der Steuerungsaufwand für das Hubsystem geringer als der für das Rastersystem.

Eine Kombination des Rastersystems und des Hubsystems findet in der Praxis auch Anwendung. Hierbei wird das Hubsystem, um einige Direktverbindungen, die nicht über den zentralen Knoten führen, erweitert.

2.1.4 Konsolidierungspunkt

In der Literatur gibt es eine Vielzahl von synonymen Begrifflichkeiten, welche die Funktion eines Konsolidierungspunktes beschreiben, wie z.B. Cross Dock, Transshipment Terminal, Logistikcenter, Konsolidierungscenter, Umschlagszentrum, Versorgungszentrum, Transit-Terminal, Transit-Punkt, Produktionsversorgungszentrum, Supplier Logistics Centre, Logistisches Dienstleistungszentrum oder Warenverteilzentrum.²²

Die Abgrenzung der Funktionalität wird in der Literatur je nach Definition weiter oder enger gefasst. In dieser Arbeit wird die Funktionalitätsabgrenzung sehr weit gefasst. Ein multifunktionaler Konsolidierungspunkt kann die in Abbildung 6 angeführten Funktionalitäten umfassen (Crossdocking, eine Lagerfunktion, ein Automatisches Kleinteil-lager, einen Trailer Yard, einen logistischen Supermarkt und eine CKD²³ Abwicklung).



Abbildung 6: Funktionalität eines multifunktionalen Konsolidierungspunktes²⁴

Cross Dock

Ein Cross Dock ist ein bestandsloser Umschlagspunkt, an dem ein Wechsel von Hauptlauftransporten in Nebenlauftransporten stattfindet. Neben der abladestellen-

²² vgl. Klug F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, S. 229f

²³ CKD ist eine verbreitete Strategie zur Versorgung eines Auslandswerkes bei der durch den Grad der Zerlegung Zollvergünstigungen im Vergleich zur Einfuhr von Komplettfahrzeugen generiert werden (weiterführende Literatur zum Thema findet sich in Göpfert I. (2009): Logistik der Zukunft: Logistics for the Future, S. 211-232).

²⁴ eigene Darstellung

spezifischen Konsolidierung der Warenströme, dient ein Cross Dock zur kurzfristigen Pufferung (maximal 24h) sowie zur Sortierung der Transporteinheiten in mengen- und zeitmäßiger Hinsicht. In einem Cross Dock wird die Ware **nicht** vereinnahmt, es findet also keine Wareneingangsbuchung statt.

Cross Docks werden weiters in einstufig, zweistufig und mehrstufig unterteilt. In **einstufigen** Cross Docks werden nur Sendungen umgeschlagen, die bereits in logistische Einheiten je Abladestellen von der Quelle verpackt wurden. Die logistischen Einheiten bleiben bestehen. In **zweistufigen** Cross Docks erfolgt eine Kommissionierung der Sendungen auf Basis der verschiedenen Abladestellen erst im Cross Dock. Es werden die logistischen Einheiten ohne Abladestellenbezug aufgebrochen und zu neuen logistischen Einheiten mit Abladestellenbezug zusammengefügt. **Mehrstufige** Cross Docks sind zweistufige Cross Docks, die die Materialflüsse nicht nur über ein Cross Dock umschlagen, sondern über mehrere Stufen (z.B. ein Cross Dock je Land) hinweg umschlagen.²⁵

Lager

Die Lagerfunktion dient der Überbrückung von zeitlicher Diskrepanz zwischen der Anlieferung und dem Bedarfszeitpunkt, die länger als 24h sind. In einem Lager wird die Ware vereinnahmt, es findet also eine Wareneingangsbuchung statt.

Automatisches Kleinteillager (AKL)

Ein AKL ist ein vollautomatisches System zur Lagerung kleinvolumiger Einheiten, meist Behälter mit geringem Gewicht.²⁶

Trailer Yard (TY)

Ein Trailer Yard ist ein LKW-Auflieger (Trailer) Puffer, der sich direkt auf dem Gelände oder in unmittelbarer Nähe zum Gelände befindet. Die Funktionalität eines TY ermöglicht die Entkopplung der Anlieferprozesse von den Entladungs- bzw. Beladungsprozessen.²⁷

Logistischer Supermarkt

In einem logistischen Supermarkt werden die für die Fertigung benötigten Teile so für den Verbau vorbereitet, dass eine Verdichtung und eine ergonomische Bereitstel-

²⁵ vgl. Ten Hompel M. / Schmidt T. (2010): Warehouse Management: Automatisierung und Organisation von Lager- und Kommissioniersystemen, S. 69f

²⁶ vgl. Ten Hompel M. / Heidenblut V. (2006): Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik, S. 16

²⁷ vgl. Klug F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, S. 274

lung am Verbauort erfolgen kann. Dazu werden z.B. in logistischen Supermärkten variantenreiche Teile in die Fahrzeugreihenfolge gebracht oder Teile von Großladungsträger in Kleinladungsträger umgepackt (siehe Kapitel 3.1.2 bezüglich Informationen zu Behälterarten).²⁸

CKD Abwicklung

Die CKD Funktionalität umfasst alle verpackungsrelevanten Abwicklung die für einen Versand von CKD Umfängen benötigt wird (z.B. Nasskonservierung, Holzverpackungen, Containerbeladung, ...).

Zu den eben beschriebenen Funktionen, reiht sich die **Multimodalität** mit in die Leistungsbeschreibung des multifunktionalen Konsolidierungspunktes ein. Multimodalität ist die Verknüpfung mehrerer Frachträger (siehe Kapitel 2.1.2) im Güterverkehr.²⁹

2.1.5 Brownfield-Werke vs. Greenfield-Werke

Werkstrukturen von Automobilproduktionsstandorten können grundsätzlich in *Brownfield-Werkstrukturen* und *Greenfield-Werkstrukturen* unterteilt werden.

Greenfield-Werke, sind Fabriken, die auf die grüne Wiese geplant werden. Bei diesen neu gebauten Fabriken sind Transportflüsse ideal gestaltet. Die Anforderungen der Produktion und der Logistik können ohne Restriktionen umgesetzt werden.

Brownfield-Werke sind historisch gewachsene Fabriken mit bestehenden Strukturen. Die Transportflüsse müssen an die gegebenen Ressourcen angepasst werden. Die Anforderungen unterliegen vorhandenen Restriktionen, die sich aus den über die Zeit gewachsenen Strukturen ableiten (begrenzter Raum oder Fläche).

Das Audi Werk in Neckarsulm, welche hier in dieser Arbeit im Fokus steht, ist ein Brownfield-Werk mit gewachsenen Strukturen seit über 100 Jahren (1905 Produktion der ersten Automobile)³⁰.

²⁸ vgl. o.V. (2010): NLK – Neues Logistikkonzept - Der Beitrag der Logistik zum Konzernproduktionssystem, S. 17

²⁹ vgl. Ten Hompel M. / Heidenblut V. (2006): Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik, S. 151

³⁰ o.V. (o.J.): Produktionsstandorte – Neckarsulm im Überblick, AUDI AG, <http://www.audi.de/de/brand/de/unternehmen/produktionsstandorte.html#source=http://www.audi.de/de/brand/de/unternehmen/produktionsstandorte/neckarsulm.html&container=page> (Stand 22.12.2010)

2.2 Die Automobilindustrie

Dieser Abschnitt der Arbeit widmet sich der Automobilindustrie. Die deutsche Automobilindustrie muss sich seit geraumer Zeit in einem stark verändernden Umfeld behaupten.

„Die Effizienz und die Kostenminimierung in der Produktion, die lange Zeit als der entscheidende Wettbewerbsvorteile in der Automobilbranche galten, reichen heutzutage alleine nicht mehr aus.“, Dr. Ernst-Hermann Krog und Katsiaryna Statkevich³¹

Als Ursachen für die neuen Herausforderungen sind unter anderem die folgenden Faktoren verantwortlich:³²

- Marktsättigung
- Explodierende Modellvielfalt und Entwicklungskosten
- Wachsender Verdrängungswettbewerb in allen Segmenten

Marktsättigung:

In den hoch entwickelten Industrieländern sind die Märkte weitgehend gesättigt. Die Automobilhersteller versuchen daher ihre *weißen* Flecken abzudecken (z.B. China, Indien, Russland oder Südafrika), wo noch genügend Potential für Marktwachstum vorhanden ist. In diesen Zukunftsmärkten werden verstärkt neue Werke und CKD Fertigungen aufgebaut.

Explodierende Modellvielfalt und Entwicklungskosten:

Die Anforderung der Kunden an die Automobilhersteller hat sich auch grundlegend geändert. Die Kunden fordern innovative, individuelle und komplexe Fahrzeuge immer schneller und in hoher Qualität zu insgesamt günstigeren Kosten. Daraus folgt, dass die Modellzyklen immer kürzer werden und die Variantenvielfalt deutlich ansteigt. Sonderausstattungsmerkmale müssen immer schneller in die Serienausstattung übernommen werden. Durch die kürzeren Modellzyklen verkürzt sich auch die Forschungs- und Entwicklungszeit für ein neues Modell. Die Verknappung der F&E Zeit schlägt sich auf die Entwicklungskosten nieder. Da diese höheren Kosten nicht an die Kunden weitergegeben werden können, lagern immer mehr Automobilhersteller die

³¹ vgl. Baumgarten H. (2010): Das Beste der Logistik: Innovationen, Strategien, Umsetzungen, S. 187

³² vgl. Becker H. (2010): Darwins Gesetz in der Automobilindustrie: Warum deutsche Hersteller zu den Gewinnern zählen, S. 10

F&E an ihre Zulieferer aus. Die Wertschöpfungstiefe der Automobilhersteller wird sich im Laufe der Zeit auf ein Mindestmaß reduzieren.

Wachsender Verdrängungswettbewerb in allen Segmenten

Die verbleibenden Marktanteile werden immer härter umkämpft. Sinkende Gewinnmargen und immer höhere Variantenvielfalt der Modelle zwingen immer mehr Automobilhersteller zu Kooperationen untereinander. Jedoch nicht durch Größe schafft man Bestand, sondern durch Flexibilität.

Flexibilität kann unter anderem durch das sogenannte *Peak Shaving* erreicht werden. Dabei werden Produktionsüberhänge von *Contract Manufacturer* (Lohnfertiger wie z.B. Magna-Steyr, Karmann, Bertone, Valmet Automotive) übernommen. Dadurch kann eine gleichmäßigere Auslastung der Produktionsstandorte der Automobilhersteller erreicht werden. Auch das Konzept der Produktionsdrehzscheibe, bei dem an mehreren Produktionsstandorten eine Modellreihe im Produktionsverbund (sinkt die Auslastung eines Standortes, kann von einem anderen Standort Fahrzeugstückzahlen für diese in der Produktionsdrehzscheibe gefertigten Modelles an den schwächer ausgelasteten Produktionsstandort transferiert werden) gefertigt wird, trägt zur Flexibilitätssteigerung bei. Weiters muss durch innovative und hochgradig flexible Supply Chain Strukturen ein Wettbewerbsvorteil generiert werden. Das Netzwerk muss in der Lage sein zu *atmen*.

Auch die Zuliefererstruktur unterliegt einer geographischen Veränderung. Durch die Globalisierung erfolgt eine Erosion der Zulieferer in Richtung Osten, in die sogenannten Billiglohnländer.

Becker hat auf das sich stark verändernde Umfeld vier Anpassungsstrategien identifiziert:³³

- **Kostenoptimierungsstrategie** (kurz: Lean Management, siehe Kapitel 2.3)
- **Volumenstrategie** (kurz: mehr vom Alten)
- **Innovationsstrategie** (kurz: mehr durch Neues)
- **Content-Strategie** (kurz: mehr durch größeren Stück vom Kuchen)

Der Leiter der Markenlogistik der AUDI AG, fasst die geänderten Anforderungen an die Logistik wie folgt zusammen:

³³ vgl. Becker H. (2010): Darwins Gesetz in der Automobilindustrie: Warum deutsche Hersteller zu den Gewinnern zählen, S. 14

„Häufigere und schnellere Fahrzeuganläufe³⁴, wachsende Modularisierung mit zunehmend komplexeren Modulen und die Steigerung des Anteils großvolumigerer Teile tragen zur Komplexität bei. Konkret bedeutet das für die Logistik die Bewältigung der zunehmenden Teile- und Behältervielfalt in immer kürzerer Zeit, die Zunahme der anzuliefernden Teile an den Verbauort und den steigenden Flächenbedarf bei gleicher Grundfläche“, Dr. Ernst-Hermann Krog und Katsiaryna Statkevich³⁵

Przypadlo teilt der Logistik bei der Bewältigung der neuen Herausforderungen eine sehr wichtige Rolle zu:

„Bei der Beherrschbarkeit einer derartigen Variantenexplosion kommt der Logistik als Querschnittsfunktion zur Steuerung von Informations- und Materialflüssen über alle Wertschöpfungsstufen hinweg eine wichtige Rolle zu.“, Torsten Przypadlo³⁶

In dieser Arbeit wird genauer auf die *Kostenoptimierungsstrategie* durch Lean Management im Bereich der Logistik eingegangen.

2.3 Lean Logistics

Der Begriff Lean Logistics kann als *schlanke Logistik* übersetzt werden. Hinter dem Schlagwort steht kein theoretisch fundiertes Konzept, sondern eine Methodik, die durch Erfahrungen und Untersuchungen in der Automobilindustrie über Jahrzehnte hinweg herangewachsen ist.³⁷

Die Hauptziele der Lean Philosophie bilden die zwei Zauberwörter:

- Vermeidung von Verschwendung
- Verschlankung

Becker probiert die Lean Philosophie in einen Satz zu verpacken:

„Es geht im Prinzip um die Substitution von Bestand durch Verstand“, Helmut Becker³⁸

³⁴ Neuanlauf von einem neuen Fahrzeugmodell wird Fahrzeuganlauf genannt

³⁵ Baumgarten H. (2010): Das Beste der Logistik: Innovationen, Strategien, Umsetzungen, S. 190f

³⁶ Günthner W. (2007): Neue Wege in der Automobillogistik: Die Vision der Supra-Adaptivität, S. 232

³⁷ vgl. Klug F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, S. 253

³⁸ Becker H. (2010): Darwins Gesetz in der Automobilindustrie: Warum deutsche Hersteller zu den Gewinnern zählen, S. 213

Der ehemalige Umweltminister in Rheinland-Pfalz, Prof. Klaus Töpfer, sieht in der Lean Philosophie, wenn sie kopiert nicht kopiert wird, eine Möglichkeit des nachhaltigen Wirtschaftens:

„Lean Thinking als Management-Philosophie ist das absolute Gegenteil von der am kurzfristigen Erfolg, dem „schnellen Dollar“ oder der am bloßen „Shareholder Value“ orientierten angelsächsischen Unternehmensführung, die letztlich für den Ausbruch der Weltfinanzkrise maßgebend beteiligt war.“, Prof. Klaus Töpfer in „die Weltfinanzkrise ist der Zusammenbruch (Offenbarungseid) der Kurzfristigkeit“

Lange Zeit galt das Toyota-Produktionssystem als Benchmark im Bereich der Lean Philosophie. Nach Toyotas Definition wird alles, außer ein Minimum an Aufwand von Betriebsmittel, Material, Teile, Platz und Arbeitszeit, das für die Wertsteigerung eines Produktes unerlässlich ist, als Verschwendung (japanisch Muda) bezeichnet.

Das in Abbildung 7 dargestellte Kaizen-Rad verdeutlicht, dass Toyota den kontinuierlichen Verbesserungsprozess auf Basis der Vermeidung von Verschwendung, umsetzt.



Abbildung 7: Die sieben Verschwendungsarten nach Toyota³⁹

Klug definiert den Begriff der schlanken Logistik wie folgt:

„Lean Logistics verbindet und koordiniert die kundenorientierten Wertschöpfungsprozesse einer schlanken Fabrik optimal miteinander. Unter der schlanken Logistik versteht man eine synchronisierte, flussorientierte und

³⁹ Liker J. (2004): The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer, McGraw-Hill Professional Verlag, S. 28

*getaktete Logistik, die sich retrograd und ziehend am Kundenbedarf ausrichtet*⁴⁰, Florian Klug

Des Weiteren identifiziert Klug acht Grundprinzipien, welche die Basis für die Umsetzung der schlanken Logistik bilden. Die genaue Ausprägung der Prinzipien ist jeweils unternehmensspezifisch. In Kapitel 3.2.3 werden die Ausprägungen, anhand des VW Konzerns genauer erläutert. Diese VW-spezifischen Prinzipien, bilden das Grundgerüst des NLK.

Aufbauend auf die acht Grundprinzipien gibt Klug in seiner Arbeit für jeden Prozessschritt des Materialbeschaffungsprozesses Umsetzungsideen, welche eine Erfüllung der Hauptziele der Lean Logistics ermöglichen. Diese Umsetzungsideen stellt er als Prinzipienhaus dar. Das Fundament des Hauses bilden die Grundprinzipien, das Line-Back⁴¹ Planungsprinzip und die Logistikglättung.

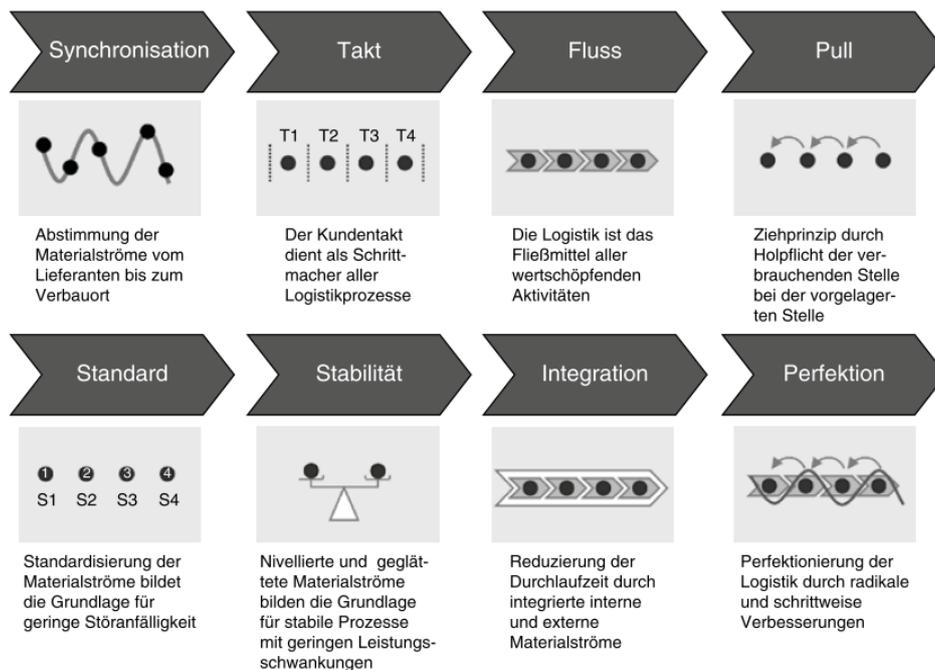


Abbildung 8: Grundprinzipien einer schlanken Logistik⁴²

Aus dem Prinzipienhaus in Abbildung 9 sind bereits die wichtigsten Bausteine des NLK zu entnehmen (z.B. Werksnahe Crossdocking). Diese Arbeit konzentriert sich nur auf die Prozessbereiche *Externer Transport* und *Externer Umschlag/Lagerung*.

⁴⁰ Klug F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, S. 254

⁴¹ Ausgangspunkt für die Planung ist der Verbrauchs- und Anstellort des Materials an der Montagelinie. Von dort aus werden alle Zeiten und Bedarfe retrograd geplant

⁴² Klug F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, S. 256

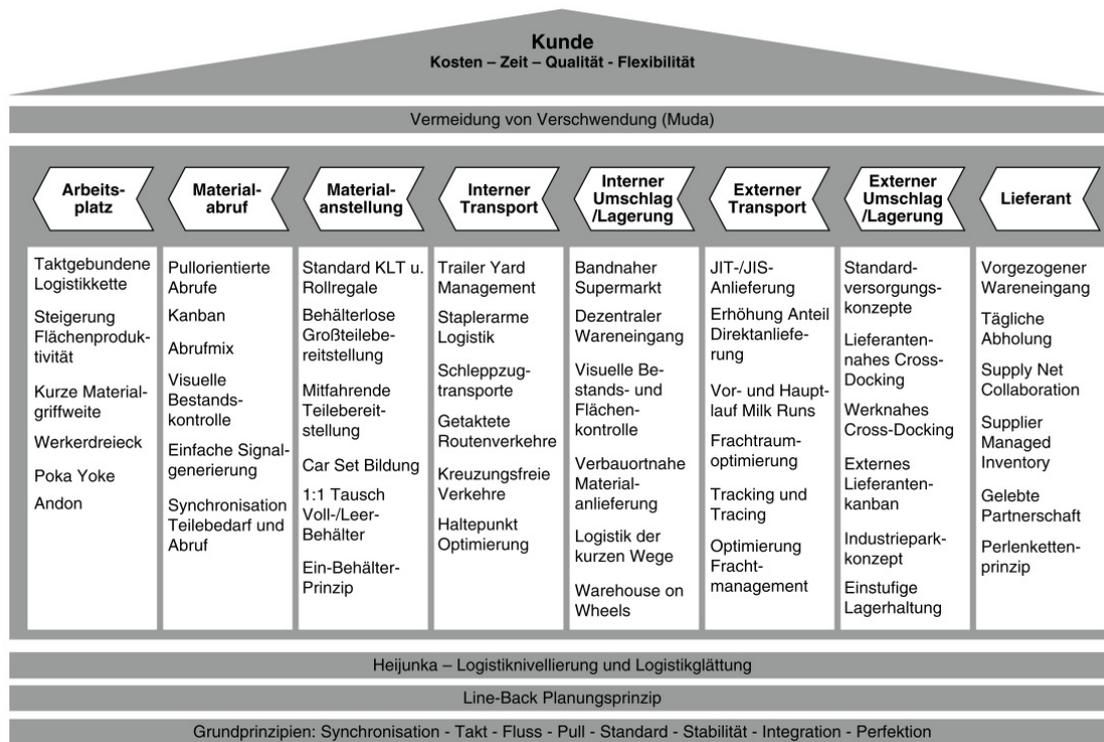


Abbildung 9: Prinzipienhaus der schlanken Logistik⁴³

⁴³ ebenda, S. 255

3 Strukturelle Voraussetzungen für die Anforderungsanalyse

Der vollständigen Beschreibung der für die Anforderungsanalyse zugrundeliegenden Rahmenbedingungen fehlt, nach den theoretischen Grundlagen, noch die Festlegung der strukturellen Voraussetzungen. In diesem Abschnitt folgen die Abgrenzung der Material- und Behälterströme sowie eine Darstellung der Logistikstrukturen und Transportkonzepte der VOLKSWAGEN AG. Darin ist eine Übersicht des aktuellen *Gebietsspeditionswesens* und des *NLK* enthalten. Weiters werden Strukturen des Audi-Werkes Neckarsulm genauer beschrieben. Am Ende dieses Kapitels erfolgt die Charakterisierung der *beteiligten Rollen im Konsolidierungsprozess*.

3.1 Abgrenzung der betrachteten Material- und Behälterströme

Die Inbound Transportströme kann man in Vollgutströme und Leergutströme aufteilen.

3.1.1 Vollgutströme

Ein Premiumfahrzeug besteht aus vielen verschiedenen Teilen. Dieses Teilespektrum kann unterschiedlich eingeteilt werden.

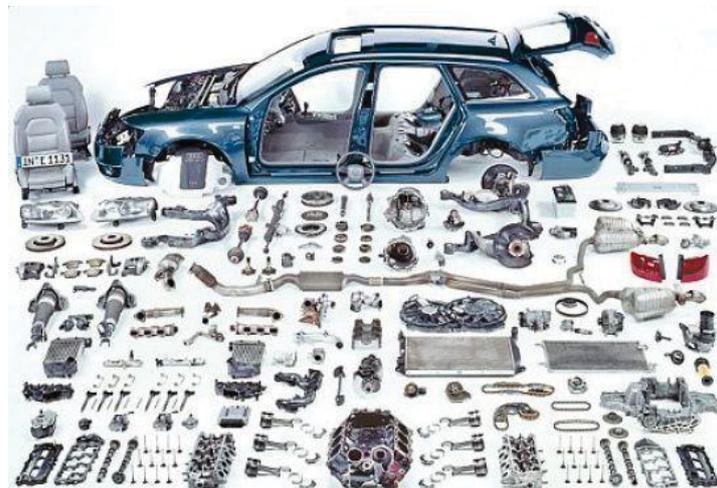


Abbildung 10: Teilespektrum des Audi A6 Avant ⁴⁴

Eine Möglichkeit der Einteilung ist die Aufteilung aufgrund des physischen Einbauortes, also der Zugehörigkeit zu einer Baugruppe (wie z.B. Karosserie, Motor, Getriebe,

⁴⁴ Autobild (2010): Tops und Flops Dauertest

Elektronik, Interieur, Exterieur, ...). Bei dieser Art der Einteilung sind folgende Teileumfänge in dieser Arbeit nicht betrachtet:

- Karosserie
- Antriebseinheiten (Motor, Achsen, Getriebe, Bremsen,...)
- Abgasanlage
- Stoßfänger
- Sitze

Eine andere Möglichkeit, wie die Einteilung erfolgen kann, ist die Klassifikation aufgrund des externen Materialstromes, über welchen das Teil zum Verbauort fließt (nähere Informationen zu Transportkonzepten siehe Kapitel 3.2.2). Bei dieser Art der Einteilung sind folgende Teileumfänge in dieser Arbeit nicht betrachtet:

- Zwischenwerksverkehre
- CKD Transporte
- JIT / JIS Verkehre
- Vorserien Transporte

In Abbildung 11 ist eine Aufteilung der ankommenden Materialströme auf die verschiedenen Transportkonzepte dargestellt.

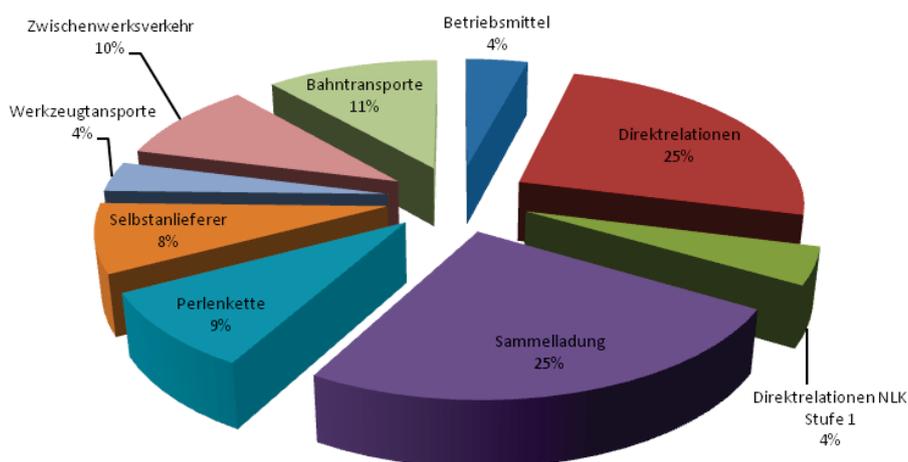


Abbildung 11: Aufteilung der Regel-Transportkonzepte im Werk Neckarsulm ⁴⁵

⁴⁵ eigene Darstellung (Datengrundlage bildet das frachtpflichtige Gewicht in kg/Monat aus dem Januar 2011)

Die Einteilung anhand des Frachtzahlers ist eine weitere Möglichkeit, die Teile zu clustern (ist der Lieferant für den Transport verantwortlich oder das abrufende Werk). Bei dieser Einteilung sind folgende Teileumfänge in dieser Arbeit nicht betrachtet:

- Selbstanlieferungen (Frachtzahler ist der Lieferant selbst)

Für die Fahrzeugherstellung benötigt man weitere Materialströme, die nicht direkt mit der Produktion zusammenhängen. Von diesen Strömen sind folgende Teileumfänge in dieser Arbeit nicht betrachtet:

- Originalteile Verkehre (Ersatzteillogistik)
- Betriebsmitteltransporte
- Werkzeugtransporte

3.1.2 Leergutströme

Logistikhilfsmittel wie Gestelle, Paletten, Gitterboxen oder Kunststoffkisten sind Behälter, mit deren Hilfe Güter geschützt werden und die Transport-, Umschlags- und die Lagerungsprozesse vereinfacht werden. Die in der Automobilindustrie eingesetzten Behältertypen können nach der Größe, in **Kleinladungsträger (KLT)** und in **Großladungsträger (GLT)**, sowie nach der Universalität der Einsetzbarkeit, in Standard- und Spezialbehälter eingeteilt werden (Einteilung siehe Abbildung 12).⁴⁶

	Standardbehälter	Spezialbehälter
Kleinteile	 <p>Standard-KLT</p>	 <p>Spezial-KLT</p>
Großteile	 <p>Standard-GLT</p>	 <p>Spezial-GLT</p>

Abbildung 12: Behältereinteilung ⁴⁷

Diese Behälter werden nach dem Verbau der darin enthaltenen Teile als Leergutfluss zurück zum Lieferanten geführt. Dieser Rückfluss kann im **1:1 Tausch** erfolgen. Dabei

⁴⁶ vgl. Klug F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, S. 149

⁴⁷ eigene Darstellung in Anlehnung an Klug F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, S. 150

wird der Lieferant vom Werk mit dem Leergut versorgt, in welchem er auch das Vollgut schickt. Dieses System wird bei Spezialbehältern oder bei Direktladungsverkehren⁴⁸ eingesetzt. Bei dem **Quelle-Senke-Prinzip** hingegen wird der Lieferant immer von dem nächstgelegenen Werk mit Leergut versorgt. Damit wird verhindert, dass leere Standardbehälter quer durch Europa gefahren werden.

3.2 Logistikstrukturen und Transportkonzepte der VOLKSWAGEN AG

Der Volkswagen-Konzern hält zurzeit an neun verschiedene Automobilmarken die Mehrheitsanteile und an drei weiteren Marken Anteile unter 50 Prozent, die jedoch auch vollständig in den Volkswagen-Konzern eingegliedert werden sollen (Übersicht der Markenvielfalt im Volkswagen Konzern siehe Abbildung 13).

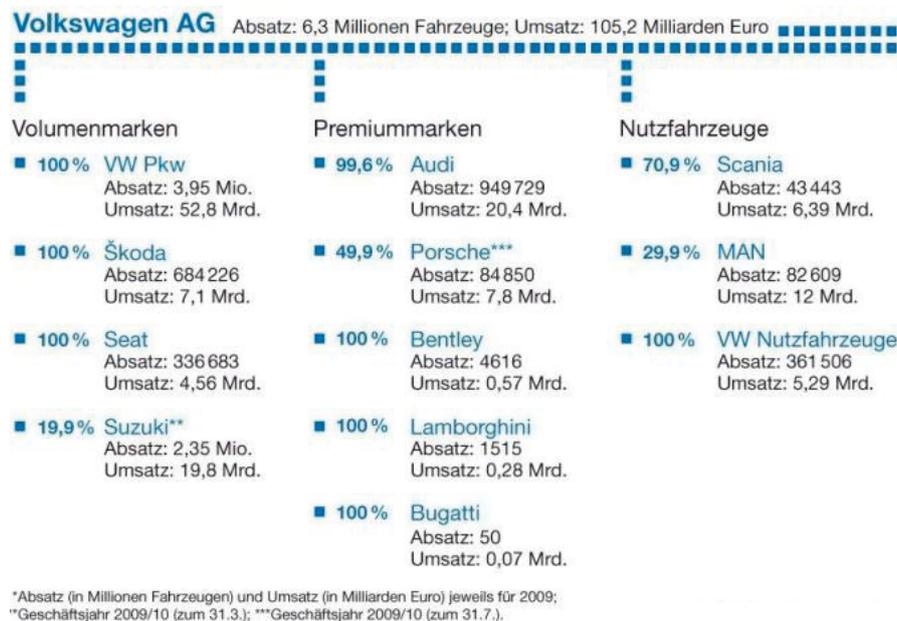


Abbildung 13: Markenvielfalt der VOLKSWAGEN AG⁴⁹

Die neun Kernmarken betreiben insgesamt 61 Produktionsstandorte⁵⁰. Um Konflikte zwischen den vielen Beteiligten zu vermeiden, ist eine genaue Abgrenzung der Zuständigkeiten unumgänglich. Es ergeben sich auch Chancen aus der Markenvielfalt. Aus Sicht der Transportlogistik können Mengenströme gebündelt und so Volumeneffekte bei den Transportkosten erzielt werden. Dies bedingt aber ein für alle ausgeglichenes Materialflusskonzept der Inbound-Logistik.

⁴⁸ nicht ausschließlich 1:1 Tausch bei Direktladungsverkehren, vereinzelt auch Quelle-Senke Prinzip

⁴⁹ Freitag M. / Student D. (2010): Ist VW noch zu steuern? Ein Konzern rotiert. In: Manager Magazin, Nr. 11

⁵⁰ o.V. (o.J.): Produktionsstandorte, Volkswagen AG,
http://www.volkswagenag.com/vwag/vwcorp/content/de/the_group/production_plants.html (Stand 24.01.2011)

3.2.1 Abgrenzung Konzern-, Marken- und Werkslogistik

In dem Beschaffungsprozess der Inbound-Logistik sind die Konzern-, die Marken- und die Werkslogistik eingebunden. Jede Organisationseinheit hat hierbei ihre Kompetenzen und Pflichten. Die Abbildung 14 verdeutlicht das Ineinandergreifen der verschiedenen logistischen Subsysteme.

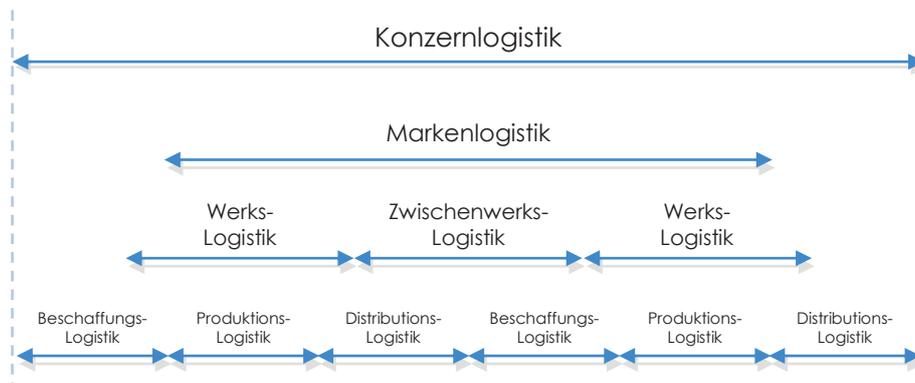


Abbildung 14: Funktionale Abgrenzung logistischer Subsysteme im Konzern⁵¹

Innerhalb des Volkswagen-Konzerns verfügt jeder Produktionsstandort über eine eigenständige **Werkslogistik**. Die Werkslogistik koordiniert die logistischen Prozesse auf Werksebene. Sie ist verantwortlich für das Gestalten und Realisieren der notwendigen Material- und Informationsflüsse vom Lieferanten zum Verbauort, unter Berücksichtigung der Prozesskosten (genauer den Beschaffungsnebenkosten). Dazu gehören die innerbetrieblichen Materialflüsse, LKW-Steuerung, Wareneingangs- und Ausgangsteuerung sowie die Lagerwirtschaft. Die Werkslogistik fungiert als Bindeglied zwischen den Lieferanten und der Fertigung.

Die jeweilige **Markenlogistik** unterstützt die Werkslogistik in vielen Bereichen. Bei Sonderabwicklungen (wie z.B. Gefahrgutabwicklung, Schwertransporte oder Zollabwicklung), Transportausschreibungen und bei der Transportabrechnung muss das Know-how nicht in jedem Werk aufgebaut werden. Hier liegt die Kompetenz gebündelt bei der Markenlogistik. Auch die Steuerung der Informations- und Auftragslogistik bis zur Produktfertigstellung obliegt der jeweiligen Markenlogistik. Daher wird die Markenlogistik in Form der Vorserienlogistik schon bald in den Produktentstehungsprozess integriert. Weiters trägt die Markenlogistik die markenweite Verantwortung für die Standort- und Programmplanung. Auch der Zwischenwerksverkehr zwischen zwei

⁵¹ eigene Darstellung in Anlehnung an Winter F. (2008): Logistik im Zwischenwerksverkehr: Eine systemorientierte Analyse, S. 35

Produktionswerken einer Marke wird von der Markenlogistik koordiniert, um zu verhindern, dass sich ein Werk auf Kosten des anderen Werkes optimiert.

Die **Konzernlogistik** muss die gesamte Komplexität koordinieren. Wie z.B. die Zwischenwerksverkehre zwischen den markenfremden Werken. Die Gestaltung von Versorgungskonzepten, wie das Gebietsspeditionswesen, die Transportnetzoptimierung, das Prozesscontrolling und die Erstellung von Kennzahlenberichten, liegt im Verantwortungsbereich der Konzernlogistik. Im Besonderen forciert die Konzernlogistik die Umstrukturierung des Gebietsspeditionswesens im Zuge des NLK der Stufe 2.

3.2.2 Abgrenzung der Transportkonzepte

Die weit gefächerte Lieferantenstruktur (geografische Struktur siehe Abbildung 39) macht eine große Breite an unterschiedlichen Transportkonzepten notwendig. Grundsätzlich werden im Volkswagen-Konzern fünf verschiedene Regel-Transportkonzepte unterschieden:

- Komplettladung
- Milkrun
- JIT / JIS, Perlenkette
- Zwischenwerksverkehr
- Sammelladung (Stückgutsendungen über das Gebietsspeditionswesen)

Bei den **Komplettladungsverkehren** erfolgt der Transport ohne Umschlag auf direktem Weg von einem Lieferanten in ein Werk. Dieses Transportkonzept bildet die schnellstmögliche Variante des Materialflusses. Liegt das Transportvolumen nahe den Kapazitätsgrenzen des Frachträgers, ist dieses Konzept auch das kostenoptimalste. Die Rahmenbedingungen für jeden Transport (für jede Direktrelation vom Lieferanten zum Werk) sind jeweils extra ausverhandelt. Der Leergutrückfluss erfolgt bei diesem Transportkonzept in der Regel im 1:1 Tausch. Damit kann ein Rundlaufverkehr eingerichtet werden. Bei faltbaren Behältern verringert sich jedoch das Voll- und Leergutverhältnis auf z.B. 2:1 oder 3:1.

Milkruns sind Komplettladungsverkehre, bei denen mit einem Transport bei mehreren Lieferanten Waren abgeholt werden. Der Frachträger fährt die Lieferanten in einer vorgegebenen Reihenfolge an und sammelt dort die Umfänge ein, um diese dann ohne Umschlag zu einem Werk zu transportieren. Der Leergutrückfluss erfolgt wie bei

den Komplettladungsverkehren im 1:1 Tausch. Hierbei ist jedoch der Leergutsteuerungsaufwand höher, als Komplettladungsverkehren.

JIT- bzw. **JIS-**Verkehre sind Transporte von einem werksnahen Lieferanten- oder Außenlager in ein Werk. In diesem Lager werden vom Lieferanten oder einem Logistikdienstleister (LDL) die Teile in die Verbau-Reihenfolge gebracht, und nach einem vorgegebenen Schema verladen. Anschließend werden die Teile sehr zeitnah zum Verbau-Zeitpunkt, meist direkt an die Produktionslinie geliefert. Dieses Konzept senkt die bandnahen Bestände und hilft die Komplexität handelbar zu halten. So werden z.B. Stoßfänger in einem werksnahen Lieferantenlager erst kurz vor der Montage am Band nach den jeweiligen Vorgaben (Lackfarbe, Ausführung der Nebelscheinwerfer, mit oder ohne Chrom,...) zusammengebaut und genau in der Sequenz bereitgestellt wie die Autos am Band montiert werden. Der Leergutrückfluss erfolgt im 1:1 Tausch im kleinen Kreislauf auf demselben Shuttle-LKW, welcher auch das Vollgut bringt.

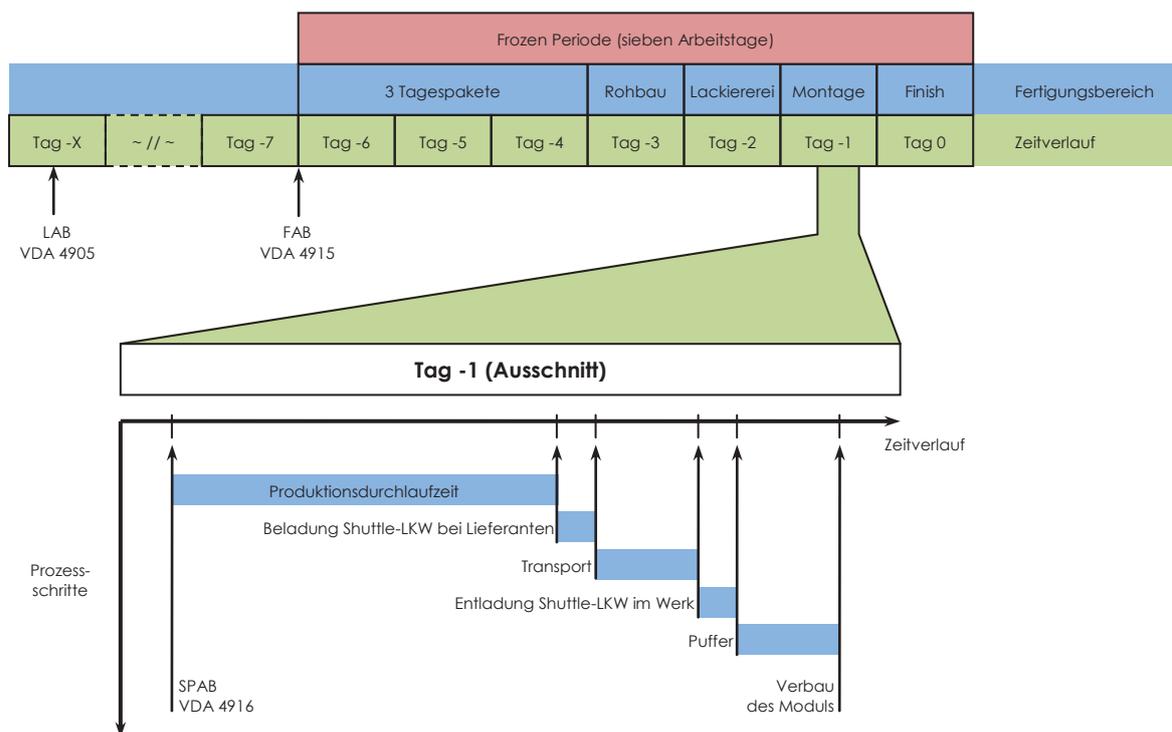


Abbildung 15: Beispiel des Zeithaushaltes eines JIS Verkehrs⁵²

Die Abbildung 15 stellt beispielhaft den Zeithaushalt eines Bauteils (ein Modul wie z.B. ein Stoßfänger), retrograd vom Zeitpunkt des Verbaues an der Montagelinie gerechnet, dar. Der Lieferabruf (kurz LAB) bildet die langfristige Produktionsvorschau für den

⁵² eigene Darstellung in Anlehnung an Grill-Kiefer G. (2010): Produktionssynchrone Versorgung eines Automobilwerkes, in: Engelhardt-Nowitzki C. (Hrsg.) / Nowitzki O. (Hrsg.) / Zsifkovits H. (Hrsg.): Supply Chain Network Management: Gestaltungskonzepte und Stand der praktischen Anwendung, S. 360

Lieferanten. Die Daten werden über eine EDI⁵³ Schnittstelle nach dem VDA Standard 4905 vom Werk zum Lieferanten übertragen. Der VDA Standard legt die genauen Datenfelder und Übertragungsformate fest, welche übertragen werden müssen. Durch den Feinabruf (kurz FAB, EDI Übertragung nach VDA Standard 4915) erhält der Lieferant die Verständigung über die kurzfristige Produktionsvorschau. Der Sequenzierungsabruf (kurz SPAB, EDI Übertragung nach VDA Standard 4916) bildet in diesem Beispiel den Auftakt zum Produktionsstart beim Lieferanten. Meist erfolgt schon eine Standard-Vormontage im Voraus und es müssen nur mehr die speziellen Charakteristiken fertig aufgebaut werden. Nach der Produktionsdurchlaufzeit beim Lieferanten wird die Ware sequenzgenau auf einen Shuttle-LKW verladen. Die kurze Transportzeit soll die örtliche Nähe des Lieferanten zu der Produktionslinie verdeutlichen. Nach der Entladung im Werk gibt es noch einen kleinen Pufferbestand. Dieser ist notwendig, da einerseits nicht sofort das gesamte Material eines Shuttle-LKWs montiert werden kann und man sich andererseits eine kleine Sicherheit offen lassen will.

Bei **Perlenkettenverkehren** handelt es sich um JIS-Verkehre über eine längere Distanz. So befindet sich der Lieferant nicht direkt in unmittelbarer Nähe zu den Werken, sondern kann auch in der Türkei oder in Marokko angesiedelt sein. Durch die daraus resultierende längere Transportzeit ist die Anforderung an die *Frozen Periode*⁵⁴ höher. Die genaue Verbau-Sequenz muss schon viel früher (meist sieben Tage vorher) feststehen. Durch die längeren Transportzeiten und aufgrund der größeren Unsicherheiten bei längeren Transporten, auch längeren Pufferzeiten, schiebt sich der Start der Produktion beim Lieferanten im Vergleich zu den JIS-Verkehren weiter nach hinten. Dabei können auch Tagespakete gebündelt werden, d.h. falls bei einer täglichen Anlieferfrequenz die Frachtraumauslastung zu gering wäre, kann der Transport auch in einer zweitägigen Frequenz erfolgen. In diesem Fall müsste der Lieferant noch früher zu produzieren beginnen. Diese Problematik zeigt auch die geografischen Grenzen der Perlenkettenverkehre auf. Umso weiter entfernt die Lieferanten sitzen, desto trivialer (entspricht kürzere Produktionsdurchlaufzeiten) muss deren zu liefernde Teilstuktur sein. Die *Frozen Periode* ist schwer weiter zu fassen, da die einzelnen Perlen für einen längeren Zeitraum in der Reihenfolge fix gehalten werden müssen. Der Leergutrückfluss erfolgt bei Perlenkettenverkehren im 1:1 Tausch, da die Perlenket-

⁵³ Electronic Data Interchange (kurz EDI) ist ein Datendienst für den papierlosen Austausch von Informationen zwischen Kunden, Lieferanten und Dienstleistern, der durch bestimmte Datenformate fest definiert ist und zunehmend auch über das Internet stattfindet (entnommen aus Ten Hompel M. / Heidenblut V. (2006): Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik, S. 59).

⁵⁴ Frozen Periode ist der Zeitraum in dem die Reihenfolge der Verbau-Sequenz eingefroren ist.

tenumfänge in der Regel in Spezialbehälter verpackt sind. Spezialbehälter werden eingesetzt um unter anderem einen Einzelzugriff auf jedes Teil zu gewährleisten, da hierbei eine Umsequenzierung im Bedarfsfall mit nur wenig Aufwand verbunden ist.

Zwischenwerksverkehre sind Materialflüsse zwischen Werken innerhalb der VOLKSWAGEN AG. Bei diesen Verkehren wird der Frachträger Bahn bevorzugt, da es sich hierbei meist um Schweregut (wie z.B. Getriebe und Motoren) oder sehr sperrige Güter (wie z.B. Karosserie-Preussteile) handelt, die in großen Mengen transportiert werden.

Sammelladungen werden über das **Gebietsspeditionswesen** abgewickelt. Das Gebietsspeditionswesen ist ein Transportkonzept, welches Sendungen aus einem Gebiet zunächst an einem Punkt innerhalb des Gebietes konsolidiert. Diese Nahbereichsvorholung wird *Vorlauf* genannt. Beim Vorlauf handelt es sich um Milkrun-Verkehre, die vom Spediteur selbständig disponiert und gesteuert werden. Der Spediteur holt das Konzernvolumen bei den Lieferanten gesammelt ab. Durch die Volumenbündelung des gesamten VW-Konzerns können Kostenvorteile erzielt werden, welche einen großen Wettbewerbsvorteil zu anderen Mitbewerbern bringen, welche nicht über diesen großen Volumenvorteil verfügen. Im Konsolidierungspunkt des zuständigen Gebietspediteurs werden die Warenströme auf die einzelnen Werke aufgeteilt und mittels *Hauptläufe* zu den Werken transportiert. Die gesamte Steuerung obliegt dem Gebietsspediteur. Lediglich der Abholtag und die Laufzeit sind vorgegeben. Der Vollgutstrom vom Lieferanten ins Werk über das Gebietsspeditionswesen ist in Abbildung 16 ersichtlich.⁵⁵

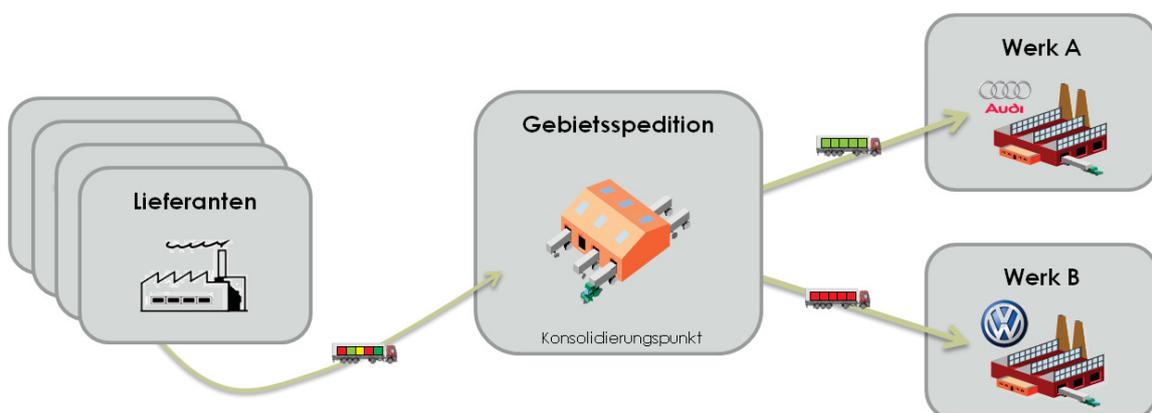


Abbildung 16: Vollgutabwicklung Gebietsspeditionswesen⁵⁶

⁵⁵ Kempkes J. / Koberstein A. / Sag A. (2007): Kostenoptimierung für Transporte auf dem europäischen Festland am Beispiel eines Nutzfahrzeugherstellers, in: Günther H. (Hrsg.) / Mattfeld D. (Hrsg.) / Suhl L. (Hrsg.): Management logistischer Netzwerke: Entscheidungsunterstützung, Informationssysteme und OR-Tools, S. 345

⁵⁶ eigene Darstellung

Der Leergutprozess funktioniert im Gebietsspeditionswesen im Quelle-Senke-Prinzip. Das nächstgelegene Werk, welches das benötigte Leergut im Bestand hat, ist verantwortlich für die Leergutversorgung des Lieferanten.

Der Vollständigkeit halber sei noch die Möglichkeit der Paketversendungen durch einen Paketdienstleister erwähnt. Hier handelt es sich um sehr kleine Umfänge (wie z.B. Vorserienmaterial). Auch Sonderfahrten sind mit den oben genannten Transportkonzepten nicht abgedeckt.

Da der Fokus dieser Arbeit in der Umstrukturierung des Gebietsspeditionswesens liegt, folgt noch eine tiefergehende Beschreibung des aktuellen Gebietsspeditionswesens der VOLKSWAGEN AG.

Die Gebiete des Gebietsspeditionswesens wurden von der Konzernlogistik auf Basis des im Konzern vorherrschenden Transportmengerüstes der Inbound-Logistik definiert. Die Regionen wurden so aufgeteilt, dass in jedem Gebiet ungefähr die gleiche Transportmenge anfällt. Gebiete mit vielen Lieferanten sind eher kleiner (z.B. Raum Stuttgart) gefasst, hingegen erstrecken sich Gebiete mit wenigen Lieferanten über eine größere Fläche (z.B. Nordosten von Deutschland). Jedem Gebiet ist genau ein Spediteur zugeordnet.



Abbildung 17: Gebietsspeditionseinteilung Deutschland ⁵⁷

⁵⁷ Baumung J / Rühl S. (o.J.): Abteilungspräsentation N/PL-62

In der Abbildung 17 ist die Gebietsspeditionseinteilung der VOLKSWAGEN AG in Deutschland dargestellt, wobei jeder Farbe ein Gebiet entspricht. Aus der Abbildung ist zu erkennen, dass die einzelnen Gebiete zusätzlich noch in Zonen unterteilt sind. Um die Frachtkosten zu ermitteln, muss die Ausgangszone und die Eingangszone in einer Matrix nachgeschlagen werden. In dieser Matrix ist von jeder Zone ausgehend und in jede Zone eingehend ein Frachtpreis für die verschiedenen Frachtgewichte hinterlegt. In Tabelle 1 sind die Frachtkostensprünge für die verschiedenen Gewichtsklassen beispielhaft dargestellt. Die Frachtkostendegression bei steigendem Frachtgewicht ist daraus gut ersichtlich.

Zone 1 (Polen)				
Euro / 100kg	Zone Nord	Zone Mitte	Zone Süd	...
minimal	70,00 €	67,00 €	65,00 €	
201 - 500 kg	30,00 €	25,00 €	27,00 €	
501 - 1.000 kg	24,00 €	21,00 €	22,00 €	
1.001 - 1.500 kg	21,00 €	18,00 €	19,00 €	
1.501 - 2.000 kg	19,00 €	16,00 €	17,00 €	
2.001 - 3.000 kg	17,00 €	14,00 €	15,00 €	
3.001 - 4.000 kg	15,00 €	12,00 €	13,00 €	
4.001 - 5.000 kg	11,00 €	8,00 €	9,00 €	
5.001 - 7.500 kg	8,00 €	5,00 €	7,00 €	
7.501 - 10.000 kg	5,00 €	3,00 €	4,00 €	
10.001 - max kg	3,00 €	1,00 €	2,00 €	
maximal	700,00 €	670,00 €	650,00 €	

Tabelle 1: Frachtraten von Polen nach Deutschland⁵⁸

Beim Transport von Volumengut (leichtes Material mit viel Volumen) wird das Volumen in das frachtpflichtige Gewicht umgerechnet. Das frachtpflichtige Gewicht bildet die Abrechnungsbasis. Für jeden Transport gilt folgende Formel (wobei G für Transportgewicht in [kg] und V für Transportvolumen in [m³] steht):

$$fp. \text{ Gewicht} = \max(G; V * 250)$$

Die Formel sagt aus, falls ein Kubikmeter Transportvolumen weniger als 250kg wiegt, handelt es sich um Volumengut und muss daher mit 250 multipliziert werden um zum frachtpflichtigen Gewicht zu gelangen. Ist dies nicht der Fall, handelt es sich um Schwergut und das Transportgewicht ist auch gleichzeitig das frachtpflichtige Gewicht.

⁵⁸ eigenes fiktives Beispiel (Bei den Zahlen handelt es sich um Annahmen)

In Abbildung 18 ist die Einteilung der Gebiete von Europa dargestellt. Deutschland ist in dieser Darstellung der Übersicht halber ausgenommen. Jede Farbe stellt wie in Abbildung 17 ein Gebiet dar.

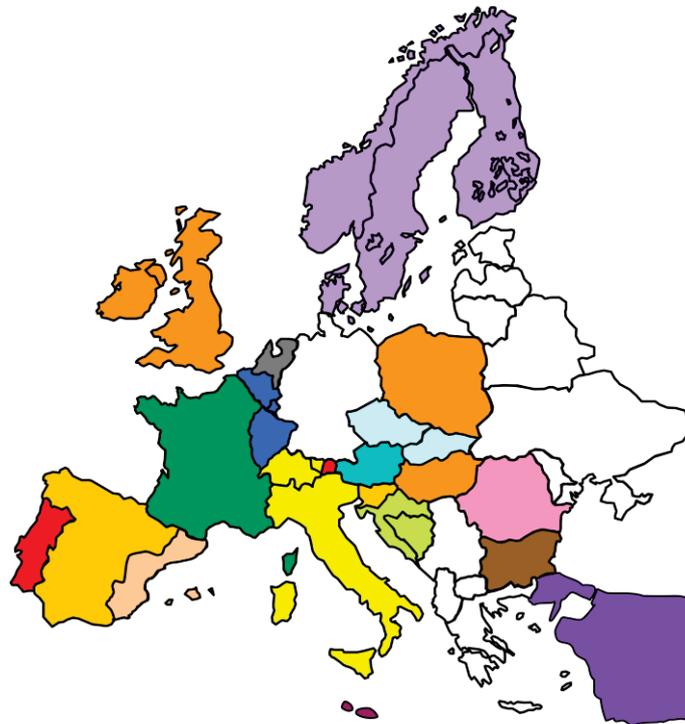


Abbildung 18: Gebietsspeditionseinteilung Europa⁵⁹

Da die aktuelle Gebietsspeditionsabwicklung den Werken des Volkswagen-Konzerns wenig Transparenz der Materialflüsse bietet und eine relativ eingeschränkte Beeinflussbarkeit des Gebietsspediteurs offen lässt, sieht das NLK der Stufe 2 des Volkswagen-Konzerns eine Umstrukturierung dieser Abwicklung vor.

3.2.3 Neues Logistikkonzept (NLK)

Vor einigen Jahren wurde bei der AUDI AG das Audi-Produktionssystem (kurz APS), in Anlehnung an das Toyota-Produktionssystem (kurz TPS), welches zu dieser Zeit als Benchmark (laut dem Harbour Report⁶⁰) galt, entwickelt. Das APS ist auf die strategischen Ziele der AUDI AG ausgerichtet. Ziel des APS ist es, die Effizienz zu steigern, die Kosten zu senken, die Produktionsprozesse zu optimieren und die Qualität, bei gleichzeitiger Verbesserung der Termintreue, zu erhöhen. Zusammengefasst soll das APS die Grundlagen für ein wertschöpfungsorientiertes und synchrones Unternehmen schaf-

⁵⁹ Baumung J / Rühl S. (o.J.): Abteilungspräsentation N/PL-62

⁶⁰ Der Harbour Report ist eine alljährlich erscheinende weltweite Studie über die Produktionseffizienz der Automobilhersteller.

fen. Dieses Produktionssystem stellt Methoden und Instrumente zur Verfügung, welche helfen sollen, dieses Ziel zu erreichen.

Audi-Produktionssystem:

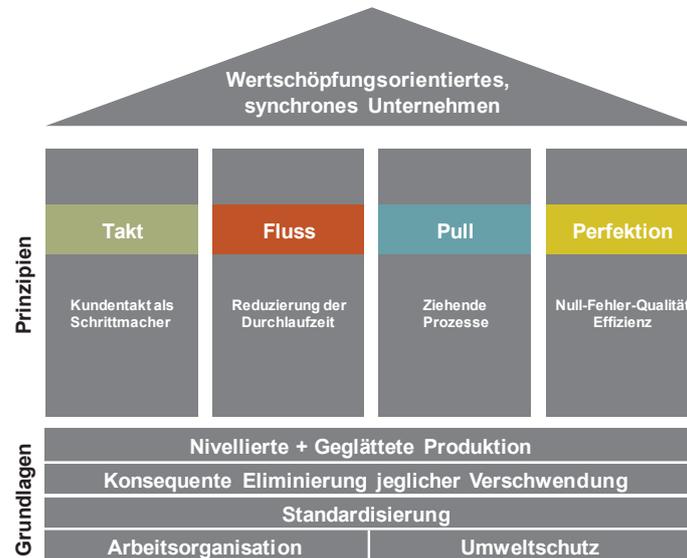


Abbildung 19: Das Haus des Audi-Produktions-Systems⁶¹

Wie aus der Abbildung 19 ersichtlich wurde das APS - wie in Kapitel 2.3 die Lean Philosophie - als Haus dargestellt. Die Grundlage bildet ein stabiles Fundament des Hauses. Die vier Säulen Takt, Fluss, Pull und Perfektion tragen das Dach des Hauses, welches die Ziele des APS beinhaltet.

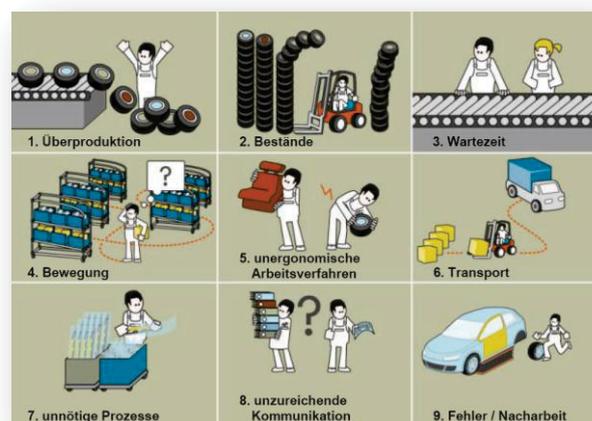


Abbildung 20: Arten der Verschwendung ⁶²

Die *mitarbeiterorientierte Arbeitsorganisation* (wie z.B. Gruppenarbeiten, ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze oder Qualifizierungsmaßnahmen) und der *Schutz*

⁶¹ AUDI AG (2008): Das Audi Produktionssystem – Handbuch

⁶² AUDI AG (2010): Lieferantenhandbuch NLK: Stand: 26.07.2010, S. 7

der Umwelt bilden einen Teil der Grundlagen des Systems. Das Arbeiten mit Standards stellt durch die kontinuierliche Verbesserung eine hohe Qualität sicher. Die Erhöhung des Anteils an wertschöpfenden Tätigkeiten durch die nachhaltige Eliminierung jeglicher Art der Verwendung (siehe Abbildung 20) hilft, die Herstellkosten zu senken. Der letzte Teil des Fundamentes bildet die Nivellierung und Glättung der Produktion. Durch die gleichmäßigere Auslastung der Anlagen über einen festgelegten Zeitraum kann eine höhere Produktivität erzielt werden.

Die vier im Folgenden näher beschriebenen Säulen stellen die Prinzipien dar, mit deren Hilfe das APS umgesetzt werden kann:⁶³

- Wenn in demselben **Takt** produziert wird, in welchem der Kunde die Produkte abrufen, kann Verschwendung vermieden und die Termintreue verbessert werden. Der feste Kundentakt dient als Schrittmacher der Produktion und schafft ein gleichbleibendes und konstantes Taktniveau mit stabilen und zyklischen Prozessen.

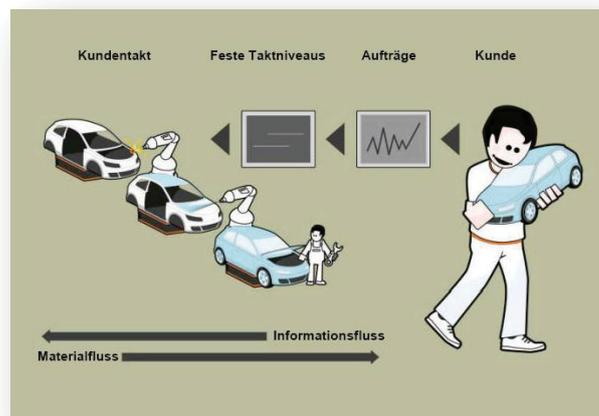


Abbildung 21: Prinzip des festen Kundentaktes⁶⁴

- Das **Fluss**-Prinzip besagt, dass Prozesse und Arbeitsgänge nach dem Fertigungsablauf angeordnet und gemäß dem Kundentakt auf die einzelnen Arbeitsplätze verteilt sind. Eine kontinuierliche Versorgung der Produktion kann so sichergestellt und auf Grund des Abbaus von Pufferbeständen die Durchlaufzeit verringert werden.

⁶³ Fuchs A. (2008): Migrationsstrategie eines externen Logistikzentrums mit konventionellem Lager zu einem idealen Crossdock am Beispiel des GVZ II der AUDI AG Ingolstadt

⁶⁴ AUDI AG (2010): Lieferantenhandbuch NLK: Stand: 26.07.2010, S. 7

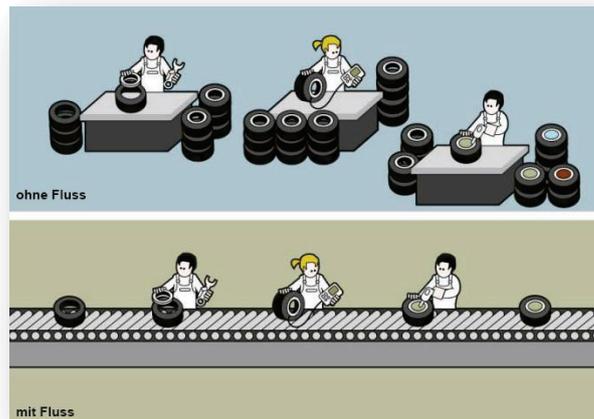


Abbildung 22: Prinzip des Materialflusses (die Verbindung der Prozesse) ⁶⁵

- Beim **Pull**-Prinzip holt sich der nachgelagerte Prozess von dem ihm vorgelagerten nur die Teile und Informationen, die er benötigt. Gleichzeitig produziert der vorgelagerte Prozess nur das, was der nachgelagerte verbraucht. Durch den Einsatz von ziehenden Prozessen wird eine Reduzierung von Beständen, Investitionen und Steuerungsaufwänden erzielt. Gleichzeitig werden Durchlaufzeiten und Kosten minimiert. Mithilfe von Kanban⁶⁶ wird der interne Informationsfluss für die interne Teilebestellung so gesteuert, dass der vorgelagerte Prozess nur die Teile und Informationen bereitstellt, die der nachgelagerte Prozess benötigt.

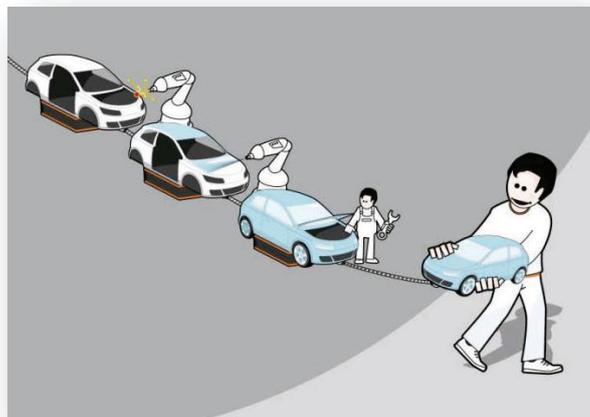


Abbildung 23: Pull-Prinzip (der Kunde steuert die Produktion) ⁶⁷

⁶⁵ ebenda, S. 8

⁶⁶ Kanban-Prinzip: Steuerungsimpulse zur Eigenfertigung und zum Fremdbezug werden von der letzten Stufe des Verbrauchers mit einem speziellen Informationsträger – der Kanban Karte – in Form von vermaschten Regelkreisen weitergegeben. Aus informatorischer und steuerungstechnischer Sicht ist das Kanban-Prinzip ereignis-, d.h. verbrauchsgesteuert und nicht bedarfs-, d.h. prognosegesteuert (entnommen aus Ten Hompel M. / Heidenblut V. (2006): Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik, S. 106).

⁶⁷ AUDI AG (2010): Lieferantenhandbuch NLK: Stand: 26.07.2010, S. 8

- **Perfektion** wird erreicht, in dem Fehler vermieden werden. Das gezielte Einsetzen von Elementen, welche Fehler vorbeugen oder es ermöglichen Fehler vor Ort sofort zu erkennen und abzustellen, führt zu einer Stabilisierung und ständigen Verbesserung der Prozesse. Ein Beispiel ist die Reißleine, die ein Anhalten der Montagelinie bei Problemen bewirkt. Sie verhindert, dass n.i.O.-Produkte (Produkte welche **nicht in Ordnung** sind) an den nachgelagerten Arbeitsplatz weitergegeben werden.

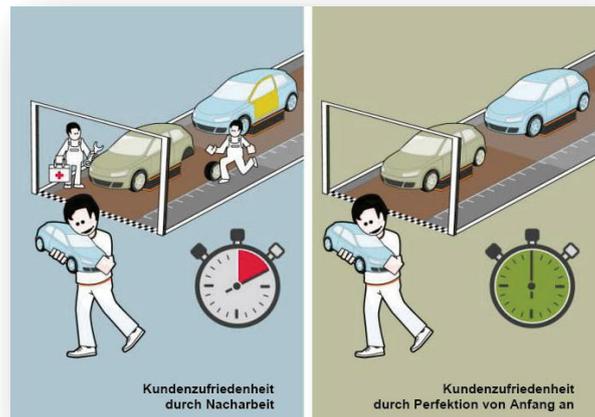


Abbildung 24: Prinzip der Perfektion ⁶⁸

Durch die konsequente Einhaltung der oben genannten Prinzipien, macht Audi große Schritte in Richtung einer schlanken Produktion.

Die Grundlagen des APS bilden ein stabiles Fundament für die Prinzipien und die zugehörigen Methodenbausteine. Diese gelten auch für das NLK. Stabile und standardisierte Prozesse ohne Verschwendung bilden die Grundlage auf dem Weg zur Perfektion in der Logistik.⁶⁹

Neues Logistikkonzept:

Die Logistik bildet einen wichtigen Baustein innerhalb eines Produktionssystems. Der Baustein Logistik hält das gesamte System am Laufen. Daher ist es wichtig, dass die APS-Philosophie in der Logistik Einzug hält. Um die angestrebte schlanke Produktion auch in den indirekten Bereichen der Montage zu erreichen, erfordert es einer Neuausrichtung der Logistik. Aufbauend auf den APS-Grundprinzipien wurde das NLK entwickelt, um für die steigenden Stückzahlen und die steigende Modellvielfalt gerüstet zu sein. Durch das Ziel, die wertschöpfenden Tätigkeiten zu maximieren, wird

⁶⁸ ebenda, S. 8

⁶⁹ vgl. o.V. (2010): NLK – Neues Logistikkonzept - Der Beitrag der Logistik zum Konzernproduktionssystem

ein verschwendungsfreies Arbeiten möglich, und damit eine optimale Versorgung der Fertigung sichergestellt. Bei der Umsetzung des Konzeptes **innerhalb** der Werksmauern, besitzt die optimale Ergonomie des Arbeitsplatzes einen großen Stellenwert. Sämtliche Materialien müssen im Griffbereich des Arbeiters platziert werden (Abbildung 25).⁷⁰

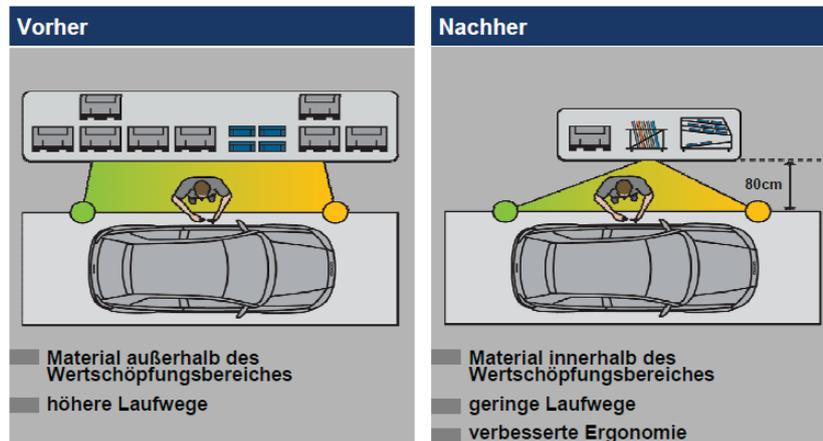


Abbildung 25: Prinzip des Werkerdreiecks⁷¹

Weitere Umsetzungsmaßnahmen der Logistik innerhalb der Werke ist die Bereitstellung von Kleinladungsträgern an der Linie (siehe Abbildung 26).



Abbildung 26: Bereitstellung von Kleinladungsträger an der Linie⁷²

Auch die innerbetrieblichen Verkehre werden vom Taxi-System auf das Bus-System umgestellt (siehe Abbildung 27). Alle Umsetzungsmaßnahmen sind auf folgendes Ziel gerichtet:

„Tausche Bestände durch Verlässlichkeit“

⁷⁰ vgl. Fuchs A. (2008): Migrationsstrategie eines externen Logistikzentrums mit konventionellem Lager zu einem idealen Cross-dock am Beispiel des GVZ II der AUDI AG Ingolstadt, S. 10

⁷¹ Stein M. (o.J.): Zukunft der Automobil-Logistik bei der VOLKSWAGEN AG, S. 16

⁷² ebenda, S. 17

Dieses Ziel gilt nicht nur für die internen Logistikprozesse, sondern auch für die externen Prozesse.



Abbildung 27: Umstellung von Taxi-System auf Bus-System⁷³

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen auch diese **externen** Logistikprozesse verschwendungsfrei und ergonomisch gestaltet werden. Die externen Prozesse ermöglichen erst eine getaktete Anlieferung und die konsequente Einführung von einem ziehenden Materialfluss. Ebenso soll die externe Transportkette auf die Reduzierung der Durchlaufzeiten ausgerichtet werden, und so zu einer Optimierung der gesamten Versorgungskette führen.⁷⁴

Das NLK sieht für den externen Materialfluss eine stufenweise Umstellung vor. In der ersten Stufe (NLK Stufe 1) werden nur Direktrelationen und Milkruns (also Lieferströme von Lieferanten mit großem Volumen für ein Werk) betrachtet.

Wesentliche Eckpfeiler (Unterschied zu konventionellen Direktverkehren):⁷⁵

- Fahrpläne für externe Transporte mit festen Abholzeiten bei Lieferanten und festen Anlieferzeiten in dem VW Konzernwerk mit festen Zeiten je Abladestelle
- Verbindliche Versandabrufe mit Transportbezug
- Kontrollierte Materialbereitstellung durch Lieferanten
- Abholung mit Kollit⁷⁶-Kontrolle durch Spediteure
- Exception-Handling⁷⁷ bei Lieferunfähigkeit und Transportstörung

⁷³ ebenda, S. 19

⁷⁴ vgl. Fuchs A. (2008): Migrationsstrategie eines externen Logistikzentrums mit konventionellem Lager zu einem idealen Crossdock am Beispiel des GVZ II der AUDI AG Ingolstadt, S. 10

⁷⁵ vgl. AUDI AG (2010): Lieferantenhandbuch NLK: Stand: 26.07.2010, S. 10

⁷⁶ Ein Kollit eine Zusammenfassung von Arteikeinheiten (z.B. Palette), vgl. Ten Hompel M. / Heidenblut V. (2006): Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik, S. 109

⁷⁷ Für Abweichungen von Standardprozessen ist ein Exception-Handling definiert, welches Regeln für den Umgang mit Prozessabweichungen vorgibt.

Die Konzern-Werke rufen im NLK Stufe 1 das Material von den Lieferanten jeweils mit Bezug zu einem Transport ab. Dieser Transport hat fixe Zeiten, welche in einem Regelfahrplan hinterlegt sind. Somit ist der Lieferant nicht mehr für die Auslastung der Frachträger verantwortlich. Diese Verantwortung geht an die Disponenten der Werke über (siehe Abbildung 28).

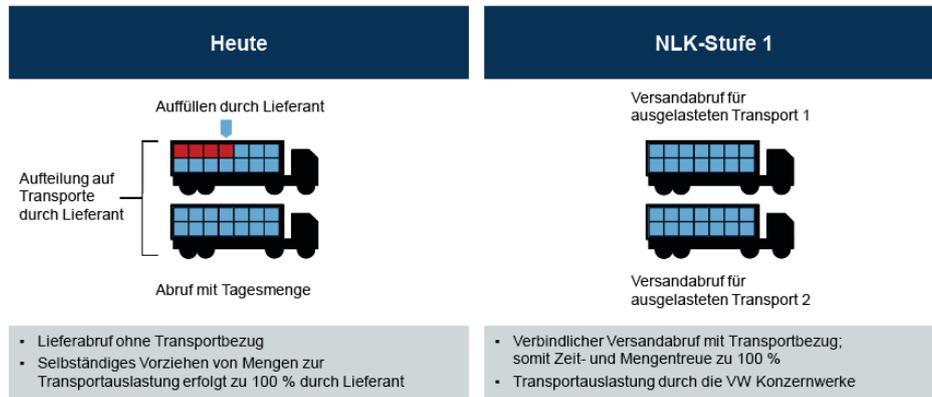


Abbildung 28: Lieferabrufe ohne bzw. mit Transportbezug⁷⁸

Die Stufe 1 wurde bereits auf einigen Direktrelationen und Milkruns erfolgreich migriert.

In der Stufe 2 werden die Materialflüsse betrachtet, die zurzeit über das Gebietsspeditionswesen abgewickelt werden (Abgrenzung NLK Stufe 1 und Stufe 2 siehe Abbildung 29).

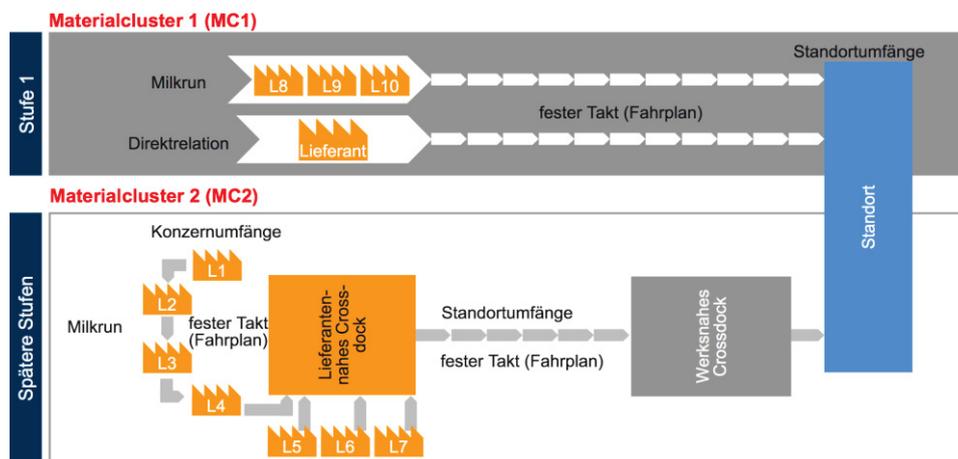


Abbildung 29: Abgrenzung der NLK Stufen⁷⁹

Dieses Konzept befindet sich gerade in der Detailplanung. An der Planung beteiligen sich alle Markenlogistikvertreter, alle Werklogistikvertreter und federführend die Volkswagen Logistics (die Konzernlogistik). Ziel ist die Umsetzung eines mehrstufigen

⁷⁸ AUDI AG (2010): Lieferantenhandbuch NLK: Stand: 26.07.2010, S. 28

⁷⁹ ebenda, S. 11

Cross Dock-Materialflusses. Die Konzernumfänge werden im Vorlauf bei den Lieferanten abgeholt und in einem lieferantennahen Cross Dock umgeschlagen. Die Transportmengen werden dann je Konzernwerk konsolidiert und per Hauptlauf zu dem jeweiligen werksnahen Cross Dock transportiert. Im werksnahen Cross Dock erfolgt die Konsolidierung der Umfänge auf Abladestellenbasis. Vom werksnahen Cross Dock ausgehend geschieht der Nachlauf per Pendelverkehre ins Werk. Der Leergutrücktransport fließt in genau der entgegengesetzten Richtung (zur Materialfluss-Prinzipdarstellung siehe Abbildung 30). Da sich das Konzept noch in der Detailplanungsphase befindet, handelt es sich bei der in dieser Arbeit angeführten Darstellung um den aktuellen Abstimmungstand von Audi.

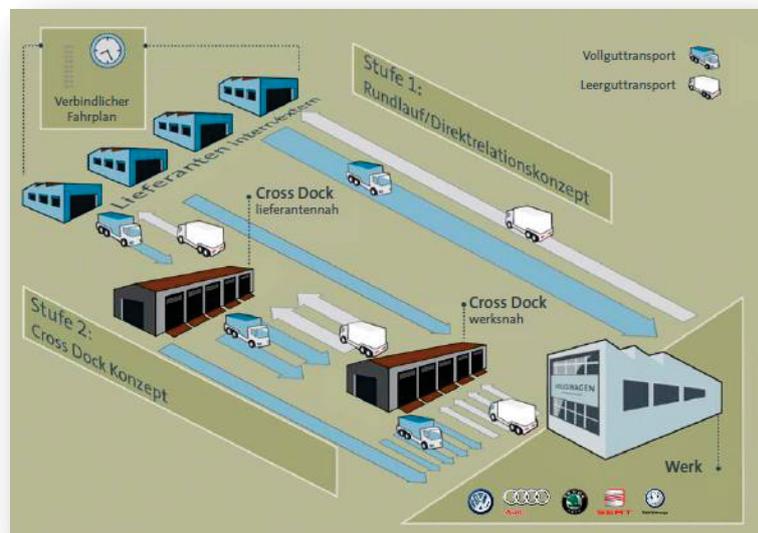


Abbildung 30: Der Weg vom Lieferanten zum Werk⁸⁰

Die Volkswagen Logistics erarbeitete in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) aus Dortmund und der Unterstützung des Logistik-Consultingunternehmens 4flow AG aus Berlin, einen Vorschlag für die möglichen Standorte der Cross Docks. Diese Arbeitsgemeinschaft kam zu dem Schluss, dass bei der aktuellen Lieferanten- und Werksstruktur des Konzerns und dem daraus resultierende Mengengerüst, die optimale Anzahl von lieferantennahen Cross Docks, bei 17 innerhalb Europas liegt. Die 17 Standorte resultieren aus einem Rechenmodell, welches noch manuell um einige Prämissen optimiert wurde (z.B. kleine Cross Dock werden nicht erlaubt, Standorte sollen so nahe wie möglich an einem Werk liegen, infrastrukturelle Anforderungen, ...). Wie aus der Abbildung 31 ersichtlich, würde sich für

⁸⁰ o.V. (2010): NLK – Neues Logistikkonzept - Der Beitrag der Logistik zum Konzernproduktionssystem, S. 18

das Audi-Werk Neckarsulm der werksnahe Cross Dock Standort in Heilbronn ergeben, da angestrebt wird werksnahe und lieferantennahe Cross Dock Standorte wenn möglich zu vereinen.

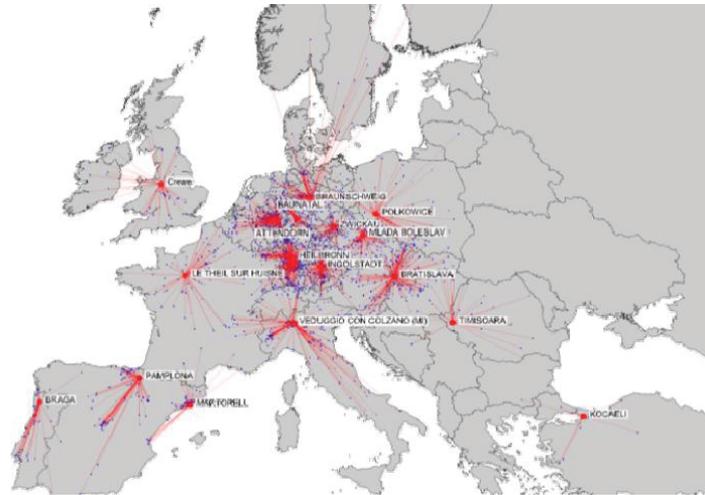


Abbildung 31: Vorschlag für Netzwerk von lieferantennahen Cross Docks⁸¹

Um die Auslastung der Hauptläufe zu optimieren, wurde ein mehrstufiger Cross Dock-Prozess angedacht. So besteht nicht mehr zwischen jedem lieferantennahen Cross Dock (LXD) eine Hauptlaufverbindung zu jedem werksnahen Cross Dock (WXD). Bisher sind drei sogenannte mehrstufige LXDs geplant (siehe Darstellung in Abbildung 32).

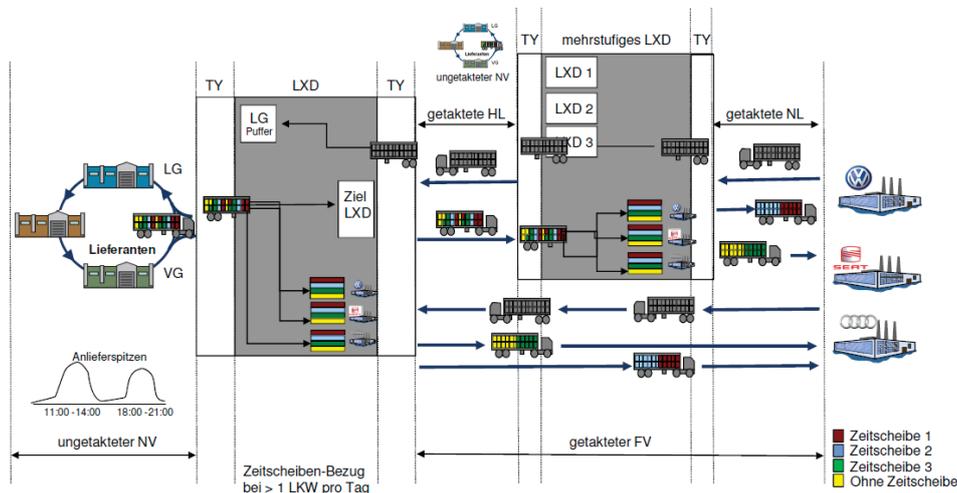


Abbildung 32: Physische Abwicklung des mehrstufigen Cross Dock-Prozesses⁸²

Besteht auf einer Relation eine zu geringe Auslastung der Hauptlaufverbindungen, wird ein solches mehrstufiges LXD zwischengeschaltet (z.B. bei Verkehren aus Spanien und Portugal wird das mehrstufige LXD in Heilbronn zwischengeschaltet). Der

⁸¹ NLK Stufe 2 Projektteam HF3 (2010): HF3 Teamsitzung vom 12. Oktober 2010, S. 9

⁸² NLK Stufe 2 Projektteam HF3 (2010): Workshop HF3 AP2 / AP4 vom 28. Oktober 2010, S. 69

dargestellte Cross Dock-Prozess beinhaltet auch eine Trailer Yard Abwicklung. Diese Abwicklung wurde von der Arbeitsgemeinschaft empfohlen, um eine Entkopplung der Transportströme sicherzustellen und die Anlieferspitzen zu glätten. Weiters stellen die verschiedenen Farben unterschiedliche Zeitscheiben dar. Zeitscheiben unterteilen den Tag noch genauer. So kann ein Tag in z.B. acht Zeitscheiben unterteilt werden. Bei einem Zweischichtbetrieb entspricht dann eine Zeitscheibe dem Bedarf von zwei Stunden. Zurzeit gibt es noch keine Einigkeit, wo der Zeitscheibenbezug hergestellt werden soll (im LXD oder im WXD), da man für diesen Prozess Pufferfläche vorhalten muss.

Abbildung 33 stellt die Evolutionsschritte des Zeitscheibenbezuges von der Wochentreue hin zum Idealkonzept der Perlenkette dar.

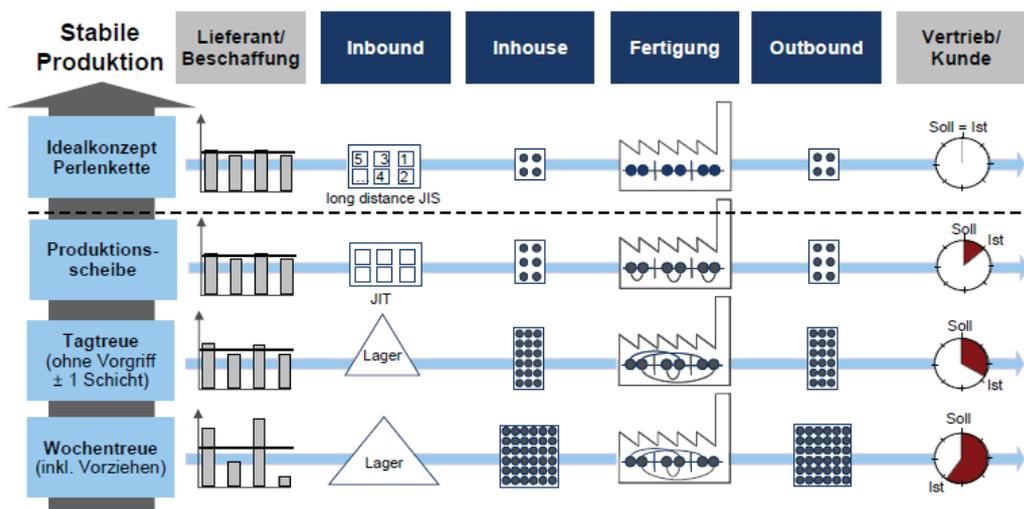


Abbildung 33: Über die Tagtreue und Produktionsscheiben zur Perlenkette⁸³

In der Abbildung ist die Aufwandreduktion für die Sequenzherstellung (unter dem Punkt Fertigung) über die einzelnen Stufen hinweg zu erkennen. Auch die Auswirkungen für die Inbound-Logistik, nämlich den Abbau von Lagerfläche hin zu nur mehr kurzfristig genutzten Pufferflächen, ist unter dem Punkt Inbound angedeutet. Die erzielte Stabilität durch den Perlenkettenprozess kommt der Liefertreue zugute.

Die Abbildung 34 dient der Veranschaulichung der Komplexität, die durch die Umsetzung des NLK Stufe 2 entsteht. Die Abbildung zeigt eine Auswahl an möglichen Kombinationen für den Vollgutstrom. Bei mehreren tausend Lieferanten, über 20 Werken und 17 Cross Dock Standorten wird eine Komplexität generiert, die eine ge-

⁸³ Stein M. (o.J.): Zukunft der Automobil-Logistik bei der VOLKSWAGEN AG, S. 13

naue und detaillierte Planung, unter der Zusammenarbeit vieler verschiedener Prozessbeteiligten, voraussetzt.

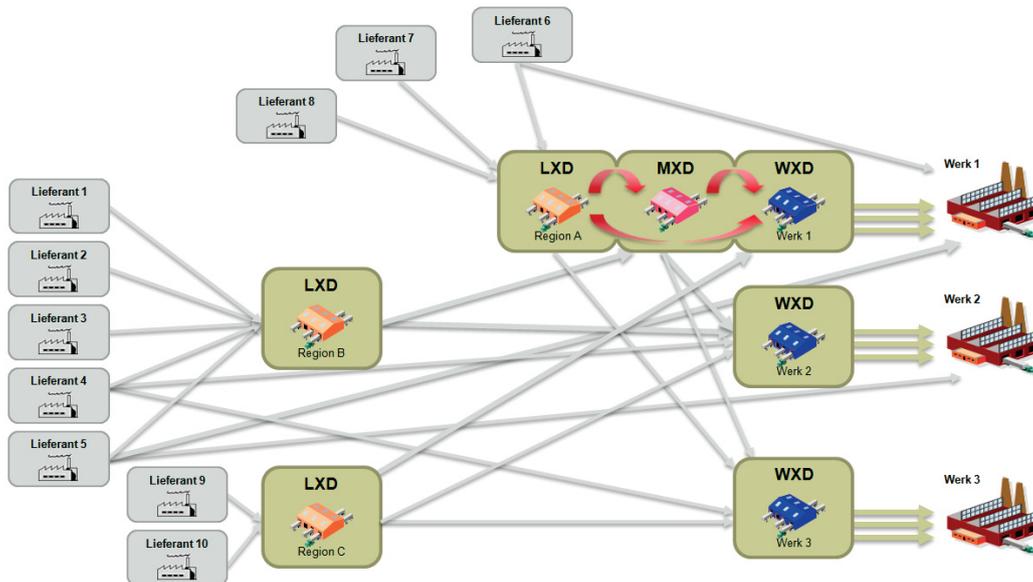


Abbildung 34: Transportnetzwerkdarstellung des NLK Stufe 2 ⁸⁴

3.3 Strukturen des Audi-Werkes Neckarsulm

Die Strukturen des Audi-Werkes in Neckarsulm sind über viele Jahre hinweg gewachsen.



Abbildung 35: Luftaufnahme des Audi-Werk Neckarsulm⁸⁵

In der Abbildung 35, der Luftaufnahme des Audi-Werkes in Neckarsulm, ist die in Kapitel 1.5 bereits angesprochene Eingeschränktheit des Werkes gut zu erkennen. Auf der westlichen Seite schließt das Werk an ein Naturschutzgebiet an, welches durch den Neckarkanal vom Werk getrennt ist. Auf der östlichen Seite grenzt das Werk an

⁸⁴ eigene Darstellung

⁸⁵ o.V. (2002): AUDI AG Neckarsulm plant, Audi World
<http://www.audiworld.com/news/02/neckarsulm> (Stand 14.02.2011)

die Gleisanlagen der Deutschen Bahn, woran sich auch das Wohngebiet der Stadt Neckarsulm anschließt. Das Audi-Werk in Neckarsulm ist ein Brownfield-Werk und hat logistische Strukturen, die sich den Gegebenheiten anpassen mussten. Nicht die Prozesse haben die logistischen Strukturen geformt, sondern die Prozesse wurden an bestehende Logistikstrukturen adaptiert und angepasst. Ein großer Nachteil der gewachsenen Strukturen ist die begrenzte Staufläche für LKW.

Ein weiterer Nachteil ist die segmentbezogene Belieferung der einzelnen Gewerke. Jede Montagelinie wird separat versorgt. Hat ein Lieferant z.B. für die A6 und die A8 Montage Umfänge, muss der LKW beide Abladestellen anfahren. Daraus und aus der großen Modellvielfalt, welche an dem Standort gefertigt wird, folgt eine für das Werk sehr breit aufgestellte Ladestellenstruktur.

3.3.1 Ladestellenstruktur

Zur beispielhaften Veranschaulichung der aktuellen Ladestellenstruktur dient folgende Abbildung:

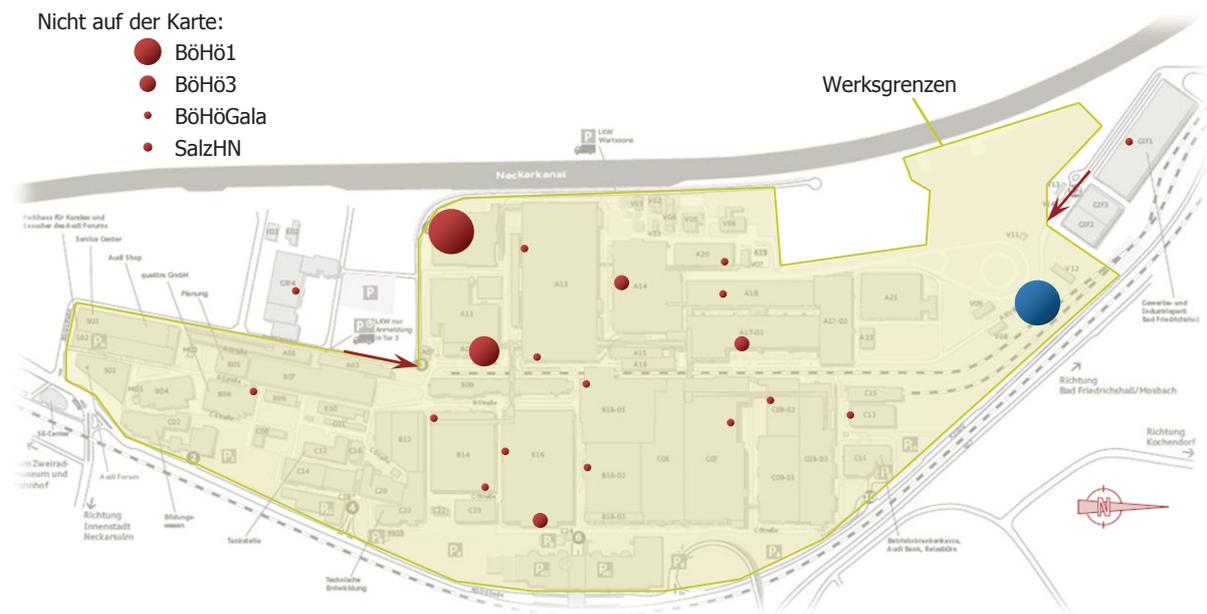


Abbildung 36: Struktur von ausgewählten Lagerstellen⁸⁶

Die abgebildete schemenhafte Skizze des Audi-Werkes Neckarsulm beinhaltet rote Kreise und einen blauen Kreis. Die roten Kreise stellen Senken und der blaue Kreis eine Quelle (den Leergutplatz) dar. Die Kreisgröße soll das umgeschlagene Transportvolumen der Ladestelle darstellen (d.h. je größer der Kreis, desto größer das Transport-

⁸⁶ eigene Darstellung, Werksplan aus o.V. (o.J.): Orientierungsplan Werk Neckarsulm, Volkswagen AG, http://www.vwgroupsupply.com/b2b/etc/medialib/vwb2b_folder/supply2public/mpl_documents.Par.0004.File.pdf/werkspl_an_audi_neckarsulm.pdf (Stand: 13.12.2010)

aufkommen an der Ladestelle). Die dargestellten Quellen und Senken und das dazugehörige Transportaufkommen, leiten sich aus den Abrufen eines Monats (März 2011) für die Lieferanten im Gebietsspeditionswesen ab. Die dargestellte Ladestellenstruktur ist demnach **nur** für das Gebietsspeditionswesen aussagekräftig (bei Komplettladungs- oder Zwischenwerksverkehr sieht die Struktur anders aus). Die roten Pfeile zeigen die beiden Möglichkeiten für die LKW ins Werk zu gelangen (Hauptanlaufpunkt ist die südlich gelegene Einfahrt). Nicht auf der Karte sind die externen Abladestellen. Eine Darstellung der externen Abladestellen zeigt die Abbildung 37.

3.3.2 Lagerstruktur

Die Lagerstruktur des Audi-Werkes in Neckarsulm ist zum Großteil segmentbezogen räumlich getrennt. Ausgenommen vom Segmentbezug ist das neue AKL, welches die KLT-Umfänge des Werkes aufnimmt. In Abbildung 36 stellt das AKL die größte Senke dar. Die restlichen werksinternen Lager befinden sich jeweils in örtlicher Nähe zu den jeweiligen Montagelinien. Durch die eingeschränkten Platzverhältnisse im Werk gibt es noch mehrere Außenlager.

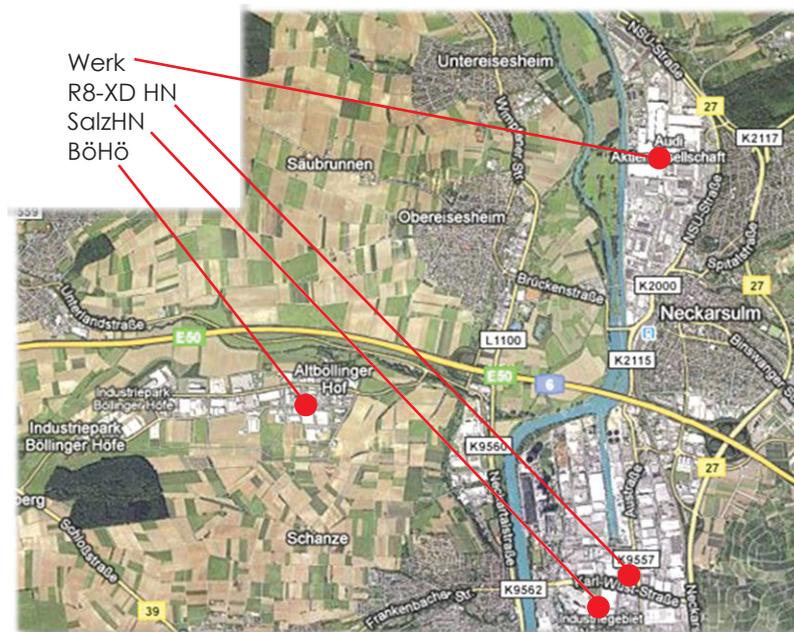


Abbildung 37: Externe Lagerstruktur⁸⁷

Zusätzlich zu den in Abbildung 37 abgebildeten örtlich weiter entfernten Außenlager befinden sich noch direkt an den Werksgrenzen der **Gewerbe- und Industriepark Bad Friedrichshall** (kurz GIF). Dieser wird von Lieferanten als auch von der AUDI AG unter anderem zur Sequenzierung von Bauteilen genutzt.

⁸⁷ eigene Darstellung, Kartenmaterial von maps.google.de

Der in Abbildung 37 ebenfalls angeführte Standort des Pilotprojektes mit dem Namen R8-XD HN wird im nächsten Kapitel genauer beschrieben.

3.3.3 Standortspezifische Logistikstrukturen

Um das Audi-Werk in Neckarsulm zu beschreiben, seien hier noch der Vollständigkeit halber zwei standortspezifische Logistikstrukturen erwähnt. Zum einen handelt es sich um das **quattro R8-XD** in Heilbronn. Dies ist ein Lernprojekt der quattro GmbH. Zum anderen um die **Trailer Yard Abwicklung**.

Das Lernprojekt der quattro GmbH basiert auf der Logik von Toyota. Die Materialsteuerung erfolgt über sogenannte Manifeste, welche den Transport begleiten. Diese Art der Steuerung benötigt wenig IT-Unterstützung. Über dieses Konzept werden die Materialien für den Sportwagen R8 gesteuert. Die Materialien werden in einem Cross Dock in Heilbronn konsolidiert und auf Zeitscheiben aufgeteilt. Zeitscheiben werden dann mittels Fahrplan zur Montagelinie ins Werk gebracht. Das Lernprojekt soll für die gesamte Marke Audi Erfahrungen mit dieser Art des Materialflusses sammeln.

Die Trailer Yard Abwicklung wird am Standort Neckarsulm zum einen zur *Entkopplung der Materialströme* im Gebietsspeditionswesen genutzt, sowie als *Warehouse on Wheels* für Perlenkettenumfänge. Das Shunting⁸⁸ der Trailer erfolgt durch einen separaten LDL.

3.4 Beteiligte Rollen im Konsolidierungsprozess

Im Konsolidierungsprozess sind verschiedene Prozesspartner beteiligt. Am Anfang und auch am Ende des Prozesses steht das produzierende Fahrzeugwerk (der OEM).

Nach dem Prozess anstoßenden Abrufs des OEM beim Lieferanten übernimmt ein LDL, im Anschluss an die durch den Lieferanten durchgeführte Beladung, den Transport zum Konsolidierungspunkt. Nach der Entladung im Konsolidierungspunkt durch einen LDL übernimmt dieser die Konsolidierung und die anschließende Beladung der LKW eines weiteren LDL. Dieser LDL ist für den Transport ins Werk verantwortlich. Im Werk übernimmt der OEM die Entladung und beendet somit den Prozess.

⁸⁸ Das Shunting ist das Verziehen der Trailer vom Trailer Yard auf die jeweilige Abladestelle und wieder in den Trailer Yard zurück

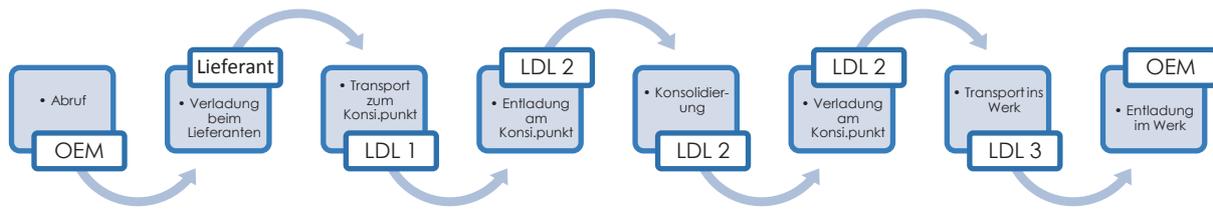


Abbildung 38: Übersicht Konsolidierungsprozess⁸⁹

Die verschiedenen Rollen, welche die gerade erwähnten Prozesspartner im Laufe des Konsolidierungsprozesses einnehmen, werden im Folgenden überblicksmäßig anhand des aktuellen Prozesses beschrieben. Die genaue Verantwortungszuordnung der Rollen folgt dann im Zuge der Erläuterung des Idealkonzeptes in Kapitel 5.1.

Original Equipment Manufacturer (OEM):

Der OEM, in diesem Fall die AUDI AG in Neckarsulm, ruft das Material beim Lieferanten ab. Die Abrufsystematik wurde bereits im Kapitel 3.2.2 unter dem Punkt JIT und JIS Verkehre genauer erläutert. Ob an der aktuellen Abrufsteuerung eine Änderung im Zuge der Umsetzung zum Idealkonzept vorgenommen werden muss, wird in Kapitel 5.1 beantwortet. Auch die Beantwortung der Frage, ob der OEM die Wareneingangsbuchung übernimmt (so wie es aktuell erfolgt) oder ob schon in einer vorgelagerten Stelle durch einen LDL die Wareneingangsbuchung erfolgt, wird ebenfalls dort beantwortet. Sicher ist auch zukünftig der OEM für die Entladung im Werk zuständig.

Lieferant

Der Lieferant nimmt in dem Prozess eher eine passive Rolle ein. Er muss zur geforderten Zeit die Ware zur Verladung bereitstellen. Er ist auch für die Verladung des Materials verantwortlich. Zu seinen weiteren Pflichten zählt die Avisierung des Transportbedarfes beim zuständigen LDL.

Zur Veranschaulichung der aktuellen Lieferantenstruktur dient die Abbildung 39. Die blauen Punkte stellen Lieferantenstandorte dar. Dies sind alle Standorte der Lieferanten der AUDI AG Neckarsulm, welche sich in Europa befinden. Dabei handelt es sich um fast 1300 Standorte (Stand, März 2011). Der rote Punkt markiert das Audi-Werk in Neckarsulm.

⁸⁹ eigene Darstellung



Abbildung 39: Lieferantenstruktur der AUDI AG Neckarsulm in Europa ⁹⁰

Logistikdienstleister (LDL)

Ein LDL kann in verschiedenen Rollen auftreten. Er kann als Transportdienstleister im Vorlauf oder im Hauptlauf auftreten. Oder der LDL tritt als Betreiber eines Funktionsmoduls, der im Kapitel 2.1.4 beschriebenen Funktionen von Konsolidierungspunkten, auf. Welche Rollen sinnvollerweise vom selben LDL eingenommen werden, wird in Kapitel 4.4 geklärt. In diesem Kapitel wird erörtert, ob es Sinn macht im Konsolidierungspunkt ein Betreibermodell einzusetzen, in welchem die Infrastruktur (die Halle und deren Einrichtung) vom selben LDL gestellt wird, welcher auch die funktionelle Rolle im Konsolidierungspunkt übernimmt, oder ob es sinnvoller ist, diese beiden Zuständigkeiten zu trennen.

Transportsteuerung

Die Rolle der Transportsteuerung gibt es aktuell noch nicht. Es bleibt an dieser Stelle offen, wer (das abrufende Werk, die Marke, der Konzern oder ein LDL) diese Rolle übernehmen wird. Die Transportsteuerung harmonisiert Fahrpläne zwischen den beteiligten Rollen und koordiniert den Exception Handling Prozess.

⁹⁰ Kartenerstellung mithilfe dem Microsoft Excel Addin XCargo 4.6 der Firma LOCOM (Datenstand von März 2011)

4 Anforderungsanalyse

In diesem Abschnitt der Arbeit werden die Anforderungen eines multifunktionalen Konsolidierungspunktes aus der Sicht der externen Transportlogistik genauer erörtert. Die Anforderungen sind in fünf Gruppen gegliedert. Prozessspezifische, ökonomische, geographische, vertragsspezifische und ökologische Anforderungsgruppen wurden identifiziert. Die Interaktionen der Anforderungen werden am Ende dieses Kapitels, mithilfe eines ganzheitlichen Bewertungsschemas, verdeutlicht. Das Bewertungsschema erlaubt einen Vergleich mehrerer Planungsvarianten.

Vorab sind noch folgende Gründe angeführt, warum ein Konsolidierungspunkt eingesetzt wird:⁹¹

- Flächenknappheit in den Brownfield-Fahrzeugwerken
- Bedarf zur Komplexitätsreduktion logistischer Prozesse
- Günstigere Tarifstruktur der Dienstleistungsindustrie
- Reduzierung der Fixkostenbelastung und somit Senkung des Investitionsrisikos in logistischen Anlagen (z.B. Lager)
- Knowhow Vorsprung des LDL
- Flexibilität bei Flächenbelegung (atmende Fabrik)
- Effiziente Bündelung der Waren- und Informationsströme durch den externen LDL

Diese Anstöße zur Installation eines Konsolidierungspunktes kommen aus den Werken. Die Beweggründe des Konzerns wurden bereits in Kapitel 3.2.3 (Neues Logistikkonzept der Stufe 2) eingehend erläutert. In diesem Kapitel wird nun versucht, die zum Teil unterschiedliche Motivation der Werke und des Konzerns übereinanderzulegen.

Grundlage für die Anforderungsanalyse bilden die in Kapitel 3 beschriebenen Voraussetzungen. Zusätzlich werden diese folgenden Grundanforderungen für einen LDL vorausgesetzt:

- Möglichkeit einer strategischen Partnerschaft mit LDL
- Qualifizierte Mitarbeiter (im operativem sowohl im strategischem Bereich)

⁹¹ vgl. Klug F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, S. 126

- Akzeptable Kommunikationsleistung (Informationsbereitschaft und Gewährleistung einer offenen deutschsprachigen Kommunikation)
- Innovationsbereitschaft (Fähigkeit zur Umsetzung neuer Logistikkonzepte)

Aufbauend auf dieses Grundgerüst folgen die identifizierten Anforderungen aus der Sichtweise der externen Transportlogistik, beginnend mit der Gruppierung der prozessspezifischen Anforderungen.

4.1 Prozessspezifische Anforderungen

Die prozessspezifischen Anforderungen sind für die Übersichtlichkeit noch einmal in Material- und Informationsfluss getrennt. Die Identifikation der Anforderungen an den Materialfluss wurde an dem Line-Back Prozessplanungsverfahren (siehe Seite 18) ausgerichtet. Alle Materialflussprozesse werden vom Verbau der Materialien am Band retrograd geplant. Verfolgt man die NLK Philosophie, müssen durch eine Abwicklung über einen Konsolidierungspunkt, die typischen Bestandslager im Werk entfallen. Ansonsten würde eine zusätzliche Handlungsstufe dem Materialfluss hinzugefügt werden. Ziel ist die Bereitstellung ausgehend vom Konsolidierungspunkt direkt am Verbauort.

4.1.1 Materialfluss-Prozess

Die Anforderungen sind in die einzelnen Funktionsmodule gegliedert, um ein einfaches Rein- und Rausnehmen der Funktionsmodule in den Leistungsumfang eines Konsolidierungspunktes möglich zu machen.

Funktionsmodul Cross Dock:

Die meisten Anforderungen werden an die Infrastruktur eines Cross Docks gestellt. Die Infrastruktur muss über eine ausreichende Anzahl an Be- und Entladungsmöglichkeiten verfügen. Diese Anzahl der Tore richtet sich nach den abzuwickelnden Umfängen (siehe Anhang 8, Berechnungsmethode der Technischen Universität Dortmund). Auch die Art der Tore ist wichtig. Im Volkswagen Konzern wird die Möglichkeit einer Seitenbe- und Seitenentladung bevorzugt. So sind z.B. alle Abladestellen im Audi-Werk in Neckarsulm auf eine seitliche Be- und Seitenentladung ausgelegt. Die Infrastruktur der Cross Dock Anlage muss ausreichend Fläche für den Sortier-, Umschlags- und Kommissionierungsprozess bieten, um einen optimalen Ablauf sicherzustellen. Weiters muss der Gesamteindruck der Halle positiv sein. Dieser Gesamteindruck setzt sich unter anderem aus dem Alter der Halle, der Art des Bodenbelages, der Höhe der Tore, der nutzbaren Höhe der Halle, der Beschilderung vor Ort, etc. zusammen.

Eine andere wichtige Anforderung ist der Automatisierungsgrad des Cross Dock Prozesses. Diese Automatisierung beginnt bei einem softwareunterstützten Kommissionierungsprozess, geht über ein Stapler-Leitsystem bis hin zu einer vollautomatischen Cross Dock-Anlage⁹².

Um einen optimalen Materialfluss sicherzustellen, müssen alle Packstücke vom Lieferanten abladestellenrein verpackt sein (endempfängerbezogene Verpackung und keine transitterminalbezogene Verpackung).

Die Anforderungen des Funktionsmoduls Cross Dock noch einmal zusammengefasst:

- Anzahl der Be- / Entladungsmöglichkeiten
- Größe der Sortier-, Umschlags und Kommissionierungsfläche
- Be-/Entladungsschema (Seiten-/Heckentladung)
- Automatisierungsgrad der Cross Dock Anlage
- Gesamteindruck der Halle
- Endempfängerbezogene Verpackung vom Lieferanten

Funktionsmodul Trailer Yard:

Ein Trailer Yard bietet die Möglichkeit der zeitlichen Entkopplung. Wenn, wie im NLK der Stufe 2 vorgesehen, es einen verbindlichen Fahrplan zwischen Lieferantennahen und werksnahen Cross Docks gibt, ist eine gute Verteilung der ankommenden Frachträger über den Tag gewährleistet. Es gibt, wie sonst üblich, keine Anliefer Spitzen, in denen sich die Ankünfte der Frachträger häufen. Daher besteht also kein Bedarf eines Trailer Yards vor dem Konsolidierungspunkt. Die Kapazitäten lassen sich gut planen und somit kann sichergestellt werden, dass ein ankommender Frachträger schnell abgewickelt werden kann.

Auf der Ausgangsseite des Konsolidierungspunktes macht ein Trailer Yard jedoch Sinn. Leere Trailer können angestellt werden um so den Flächenbedarf im Cross Dock zu reduzieren. Eine Zugmaschine muss auch nicht untätig an der Entladestelle während der Entladung im Werk warten, sondern kann währenddessen einen anderen Trailer verziehen.

⁹² wie z.B. die Lösung der Firma TGW Logistics Group, PalDock – Cross Docking für Paletten, nähere Informationen siehe <http://www.tgw-group.com/at-de/service-loesungen/order-fulfillment/cross-docking/paldock/> (Stand: 08.03.2011)

Eine Anforderung an so einen Trailer Yard wäre eine ausreichend große Fläche. Diese Fläche sollte sich direkt vor Ort befinden, um Fahrstrecken optimal zu gestalten. Die Dimensionierung der Anzahl, der sich im Kreislauf befindlichen Trailer darf zu keiner Engpasssituation führen. Im Idealfall hält der LDL im näheren Umfeld des Konsolidierungspunkt weitere Trailer vor.

Folgend sind noch einmal die Anforderungen an einen Trailer Yard angeführt:

- Ausreichende Fläche für Trailer Yard
- Trailer Yard direkt vor Ort
- Anzahl fixer bzw. verfügbarer Trailer im Kreislauf

Funktionsmodul Lager:

Dieses Funktionsmodul ist nicht Gegenstand der Betrachtung dieser Arbeit.

Funktionsmodul AKL:

Dieses Funktionsmodul ist nicht Gegenstand der Betrachtung dieser Arbeit.

Funktionsmodul: Supermarkt

Dieses Funktionsmodul ist nicht Gegenstand der Betrachtung dieser Arbeit.

Funktionsmodul: CKD Abwicklung

Dieses Funktionsmodul ist nicht Gegenstand der Betrachtung dieser Arbeit.

Ergänzend gibt es noch eine von den Funktionsmodulen unabhängige Anforderung, welche der Materialfluss an einen Konsolidierungspunkt stellt. Es müssen alle gewünschten Umfänge in diesem Konsolidierungspunkt abbildbar sein. Lässt z.B. die Logik dieser Anlage eine Abwicklung von Perlenkettenumfängen nicht zu, sollte dies sichtbar gemacht werden.

4.1.2 Informationsfluss-Prozess

Der LDL muss schon im Vorfeld wissen, welches Teil zu welchem Zeitpunkt auf welchem Frachträger an dem Konsolidierungspunkt ankommt, und auf welchem Weg dieser Teileumfang weitergeroutet werden muss.

Natürlich müssen die Informationen am Packstück gut sichtbar und einwandfrei lesbar sein. Die Informationen müssen so gestaltet sein, dass der LDL Mitarbeiter des

Konsolidierungspunktes mit ihnen arbeiten kann. Dies ist eine Grundanforderung und wird für alle Prozesse vorausgesetzt.

Wie schon beim Materialfluss-Prozess sind die Anforderungen beim Informationsfluss-Prozess in die einzelnen Funktionsmodule aufgeteilt.

Funktionsmodul Cross Dock:

Aus der Sicht der externen Transportlogistik, ist für den Cross Dock Prozess eine wichtige Anforderung die Statusverfolgung der Materialien. Der LDL muss Statusmeldungen an den OEM absetzen, um die Disposition des OEM über den Verweilort der Materialien auf dem Laufenden zu halten.

Die Anforderung der Materialzuordnung zu einem Frachträger (für den Hauptlauf) bereits beim Materialabruf ermöglicht eine Optimierung der Auslastungen der Hauptläufe. Die Fahrpläne der kurzen Kreisläufe (vom Konsolidierungspunkt ins Werk) sollten dynamisch überplant werden. Dabei muss die Verantwortung für die Überplanung eindeutig geregelt sein.

Der LDL muss für die Steuerung der Dockbelegung sorgen. Im Idealfall verwendet der LDL für die Steuerung der Dockbelegung ein Konzernsystem.

Die Anforderungen des Funktionsmodules Cross Dock im Informationsfluss zusammengefasst:

- Generierung von Statusmeldungen während der Abwicklung
- Zuststeuerung der Inbound-LKW (Materialabruf)
- Steuerungslogik der kurzen Kreisläufe (Fahrplangestaltung)
- Steuerung der Dockbelegung (Zeifenstersteuerung)

Funktionsmodul Trailer Yard:

Für den Trailer Yard gelten im Grunde dieselben Anforderungen wie im Funktionsmodul Cross Dock. Die Steuerung der Trailer muss systemunterstützt erfolgen, im Idealfall wieder mittels eines Konzernsystems.

Auch im Trailer Yard muss eine Statuserfassung erfolgen, um den Disponenten im Werk Transparenz über die Teileverfügbarkeit zu gewährleisten.

Die Anforderungen an den Informationsfluss im Trailer Yard noch einmal plakativ hervorgehoben:

- Systemunterstützte Trailer-Steuerung
- Statuserfassung der Trailer

Wie schon beim Materialfluss gibt es beim Informationsfluss funktionsmodulübergreifende Anforderungen. Vereinzelt wurde schon die Nutzung von Konzernsystemen angesprochen. Der LDL muss Konzernsysteme nutzen und zwar für jede Funktionalität nur ein System (z.B. für die Steuerung der Dockbelegung im Cross Dock das gleiche System wie für die Trailer Yard Steuerung). Die Singularität der Systeme ermöglicht einen für alle Funktionsmodule verlustarmen und automatischen Datentransfer zwischen dem LDL und dem OEM.

Der LDL muss stichhaltige Notfallkonzepte vorlegen und Clearingstellen definieren, welche den Informationsfluss auch in Ausnahmefällen (z.B. Strom- oder Serverausfall) aufrecht und transparent halten.

Für das konzerninterne Qualitätsmanagement muss der LDL ein Kennzahlensystem führen, mit welchem seine Leistungen und die erbrachten Leistungen der Speditoren messbar gemacht werden können.

Die funktionsmodulübergreifenden Anforderungen des Informationsflusses:

- LDL nutzt Konzernsysteme
- Transparenz des Informationsfluss-Prozesses (Notfallkonzept und Clearingstelle)
- Kennzahlensystem für Qualitätsmanagement

4.2 Ökonomische Anforderungen

Nach den prozessspezifischen Anforderungen werden in diesem Abschnitt die ökonomischen Anforderungen beleuchtet. Oberstes Ziel ist eine auf das NLK ausgerichtete Abwicklung eines werksnahen Konsolidierungspunktes, welcher auch für das Werk ökonomisch attraktiv ist. Die oberste und unabdingbare Anforderung, welche sich über alle Bereiche erstreckt, ist die Gewährleistung der Versorgungssicherheit. Alle folgenden Überlegungen werden immer unter dem Gesichtspunkt der Einhaltung dieser obersten Anforderung diskutiert.

Für die externe Transportlogistik sind die Transportkosten der wichtigste Kostentreiber. Diese werden sehr stark von der Transportfrequenz beeinflusst. Je niedriger die Transportfrequenz ist, desto mehr Volumen kann gebündelt werden und das Potential der Frachtkostendegression (bessere Auslastung der Frachtträger) kann ausgeschöpft

werden. Bei einer niedrigen Transportfrequenz steigen jedoch werkspezifische Kosten. Die Bestände (Kapitalbindung) sind höher, es wird mehr Logistikfläche benötigt, es sind mehr Behälter im Umlauf, etc.

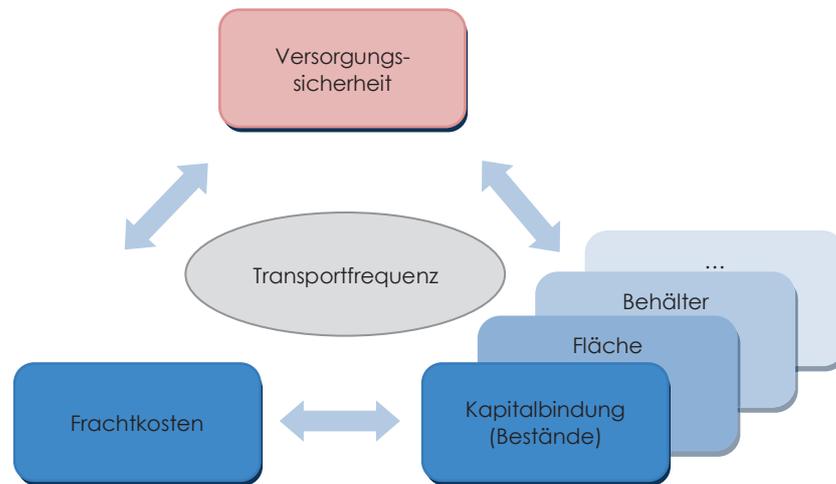


Abbildung 40: Ökonomische Steuerungsgröße Transportfrequenz ⁹³

Die Transportfrequenz muss je Lieferant so eingestellt sein, dass sich die jeweiligen Vor- und Nachteile die Waage halten. Mithilfe des NLK der Stufe 2 kann, durch die Volumenbündelung der Umfänge des gesamten Volkswagen Konzerns, eine hochfrequente Abwicklung, bei gleichzeitiger Ausschöpfung des Frachtkostendegressionseffektes, umgesetzt werden. Diese hochfrequente Anlieferung ist die Voraussetzung für das Entfallen der typischen Bestandslager im Werk.

Genauso wichtig wie der Frachtkostendegressionseffekt, ist der Fixkostendegressionseffekt im Konsolidierungspunkt. Aus diesem Grund muss jedes Funktionsmodul des Konsolidierungspunktes mit ausreichend Volumen betrieben werden, um ökonomisch sinnvoll abbildbar zu sein. Es gibt bei jedem Funktionsmodul, abhängig von der jeweiligen Kostenstruktur, einen Schwellenwert, der nicht unterschritten werden darf. So muss z.B. für eine CKD Abwicklung genau geprüft werden, ab welchem Umfang es sich lohnt, diesen Funktionsbaustein in den Leistungsumfang des Konsolidierungspunktes aufzunehmen.

Genauso wie für einzelne Funktionsmodule Grenzwerte definiert werden müssen, gibt es für die Wahl des Verkehrsträgers, aus ökonomischer Sicht, einen Schwellenwert.

⁹³ eigene Darstellung

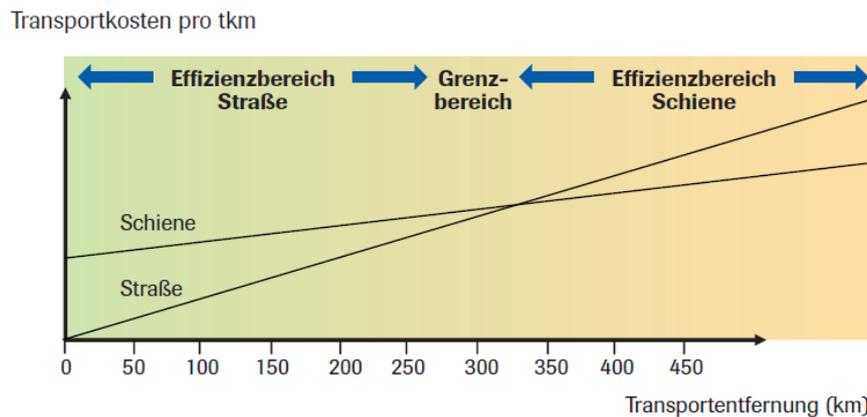


Abbildung 41: Wirtschaftlichkeitsschwelle Verkehrsträger Straße vs. Schiene ⁹⁴

Dieser Break Even Point liegt bei dem Verkehrsträger Schiene verglichen mit dem Verkehrsträger Straße, laut VDA (siehe Abbildung 41), bei ca. 330km Transportentfernung. Alle Materialumfänge, welche weiter weg wie 330km liegen, müssten unter ökonomischen Gesichtspunkten per Bahn transportiert werden.

Die ökonomischen Anforderungen sind zur besseren Übersicht in drei Bereiche aufgeteilt. Durch die Aufteilung sollte aber das eigentliche Ziel nicht aus den Augen verloren werden. Ziel ist nämlich eine **Gesamtkosteneinsparung** bei gleichzeitiger Steigerung der Materialverfügbarkeit für die Produktion.

4.2.1 Externe Kostenstruktur

Der erste Bereich der ökonomischen Anforderungen ist die externe Kostenstruktur. Hierbei spielen wie vorher schon eingehend erläutert, die **Frachtkosten** und die **Transportfrequenz** eine tragende Rolle.

4.2.2 Kostenstruktur im Konsolidierungspunkt

Nach der externen Kostenstruktur steht die Kostenstruktur im Konsolidierungspunkt im Fokus. Da jedes Funktionsmodul über eine andere Kostenstruktur verfügt, werden diese gesondert voneinander betrachtet. Es gibt jedoch wieder eine Anforderung, welche funktionsmodulübergreifend ist, nämlich die **Kosten für Infrastruktur**. Unter Infrastruktur werden die Halle und das dazugehörige Grundstück sowie die IT verstanden.

⁹⁴ VDA (2008): VDA Auto Jahresbericht 2008, Verband der Automobilindustrie (Hrsg.), Frankfurt am Main, S. 105

Funktionsmodul Cross Dock:

Da die Kosten für die Infrastruktur des Cross Docks bereits mit der allgemeinen Anforderung mit eingeflossen sind, entstehen im Cross Dock nur Kosten für das Handling der Teileumfänge.

Diese Handlingskosten teilen sich wie folgt auf:

- Kosten für den Umschlag
- Kosten für die Buchungen
- Kosten für Umverpackungsmaßnahmen

Funktionsmodul Trailer Yard:

Für das Funktionsmodul Trailer Yard entstehen folgende Kostenbausteine:

- Kosten für Trailermiete
- Kosten für Shuntingbetrieb

Die in diesem Abschnitt entstehenden Kosten des Konsolidierungspunktes sollten durch Einsparungen im Werk kompensiert werden, um das Ziel der Gesamtkosteneinsparung realisieren zu können. Diese möglichen Einsparungspotentiale werden im nächsten Abschnitt unter der werkspezifischen Einsparungsstruktur aufgezeigt.

4.2.3 Werkspezifische Einsparungsstruktur

Wie schon in der Einleitung erwähnt, können durch eine hochfrequente Anlieferung Einsparungspotentiale im Werk frei gemacht werden. Zusätzlich kann durch die Aufschaltung des Konsolidierungspunktes der Handlingsaufwand im Werk reduziert werden und somit zur Einsparung beitragen.

Diese Handlingsaufwandsreduzierung schlägt sich in einem geringeren Bereitstellungsaufwand nieder. Auch die LKW Steuerung wird durch einen Konsolidierungspunkt entlastet. Die LKW des kurzen Kreislaufes fahren in der Regel nur eine Abladestelle an und haben einen im Vorhinein schon feststehenden Fahrplan. Alle Umfänge, die über den Konsolidierungspunkt laufen, müssen nicht mehr umgepackt werden. Umfänge, welche vorher mittels Restentladungsregel⁹⁵ entladen wurden, werden nun vom Konsolidierungspunkt gebündelt ins Werk transportiert und reduzieren somit die internen Verbringungen.

⁹⁵ Kleinumfänge werden an einer bereits angefahrenen Ladestelle mit entladen und dann mittels internen Verkehre zur richtigen Ladestelle gebracht

Da die Umfänge im Konsolidierungspunkt bereits gebucht werden, reduziert sich der interne Buchungsaufwand. Durch den zentralisierten Wareneingang im Konsolidierungspunkt steigt die Prozesstransparenz und die Fehlervermeidung bei den Buchungen wird unterstützt.

Die Standgeldforderungen nehmen zum einen durch die separate Standzeitvergütung (siehe Seite 60) und zum andere durch die Transportprozessberuhigung im Werk ab.

Die Ladestellenstruktur sollte sich durch das Herunterfahren von Beständen (Teile- sowie Behälterbestände) und durch frei werdende Logistikflächen vereinfachen. Durch einen möglichen Leergutplatz im Konsolidierungspunkt können weitere Potentiale gehoben werden.

Durch die oben genannten Prozessveränderungen sollte sich auch eine Transportprozessberuhigung im Werk einstellen.

Die Einsparungspotentiale noch einmal zusammengefasst:

- Handlingsaufwandsreduzierung
- Reduzierung des Buchungsaufwandes
- Reduzierung der Standgeldforderungen
- Lagerstrukturreduzierung
- Transportprozessberuhigung im Werk

4.3 Geographische Anforderungen

Die geographischen Anforderungen drehen sich um die Allokation eines geeigneten Standortes für einen Konsolidierungspunkt. Ein werksnaher Konsolidierungspunkt ist per Definition in der Nähe eines Werkes. Der Begriff Nähe ist sehr subjektiv. Daher benötigt die mögliche Entfernung zu einem Werk einer genaueren Definition. Sollte in einem multifunktionalen Konsolidierungspunkt das Funktionsmodul *AKL* oder das Funktionsmodul *Supermarkt* enthalten sein, muss der Standort unmittelbar an das Werk angrenzen, da die Fahrzeuge (z.B. Plattenwagen oder Fächerwagen, in denen die Ladungsträger bereits in der richtigen Entladungsreihenfolge hinein kommissioniert wurden, um einen optimalen Entladungsvorgang an der Montagelinie sicherzustellen – zur bildlichen Darstellung siehe Anhang 1 und Anhang 2) mit denen bei die-

sen Funktionsmodulen die Versorgung der Montage erfolgt, keine Straßenzulassung haben, dürfen diese keine öffentlichen Verkehrswege benützen.

Sollten diese beiden Funktionsmodule im Leistungsumfang des Konsolidierungspunktes nicht enthalten sein, kann der Standort auch eine gewisse Wegstrecke vom Werk entfernt liegen. Überschreitet diese Strecke jedoch einen definierten Maximalwert (standortspezifischer Parameter), kann die Versorgungssicherheit der Montage nicht ausreichend gewährleistet werden.

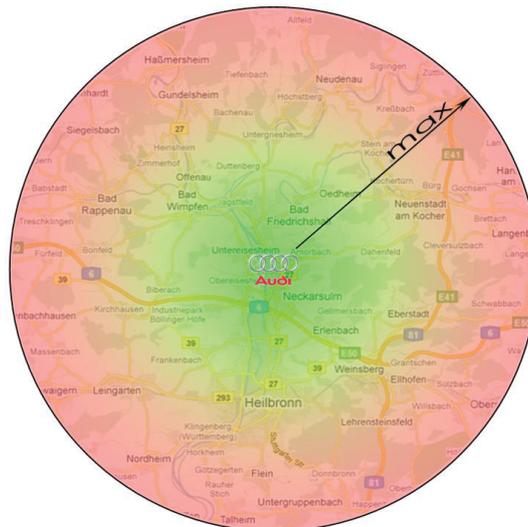


Abbildung 42: Geografische Eingrenzung am Beispiel Audi-Werk Neckarsulm ⁹⁶

In diesem Fall erfolgen die Transporte mit Fahrzeugen, welche über eine Straßenzulassung verfügen (in der Regel mittels LKW). Durch die Nutzung des öffentlichen Straßennetzes ergibt sich eine weitere Anforderung. Die Route für den kurzen Kreislauf (Pendelverkehre ins Werk) muss so gestaltet sein, dass das Risiko von Staus oder sonstigen Verkehrsbehinderungen (Ampeln, Hauptverkehrsader zur Rush Hour, ...) auf ein Minimum beschränkt ist. Die Fahrzeit muss sehr gut vorhersagbar sein und darf im Laufe des Tages keinen Schwankungen unterliegen. Bei Straßensperren (durch Überschwemmung, Baustellen, ...) muss es immer noch eine Alternativroute geben, die auch von der Fahrzeit her nicht viel länger ist.

Eine weitere Anforderung an den Standort des Konsolidierungspunktes ist die Hinterlegung des Gebietes im Flächenwidmungsplan (in Deutschland der Flächennutzungsplan in der Baunutzungsverordnung). Das ausgewählte Areal sollte mindestens in einem Gewerbegebiet, besser jedoch in einem Industriegebiet liegen. Dies erleichtert Genehmigungsverfahren und beugt Anrainerbelästigungen vor.

⁹⁶ eigene Darstellung, Kartenmaterial von maps.google.de

Die Anbindung an den Verkehrsträger Schiene und wenn möglich eine direkte Autobahnanbindung sind weitere Anforderungen, die bei der Standortwahl berücksichtigt werden müssen. Der Verkehrsträger Schiene sollte direkt auf dem Areal nutzbar sein. Die Gleisanlagen müssen intakt und auch über gültige Genehmigungen verfügen. Eine nachträgliche Bahnanbindung ist teuer und meist durch dichte Verbauung schwer möglich. Die nahe Autobahnanbindung kommt den Hauptläufen zugute. Fahrpläne können besser eingehalten werden und LKW können in der Nähe liegende Rastplätze auf der Autobahn als Pufferfläche nutzen.

Die geografischen Anforderungen noch einmal zusammengefasst:

- Werksnähe
- Bahnanbindung
- Route für kurzen Kreislauf
- Standort in Industrie- bzw. Gewerbegebiet
- Autobahnnähe

4.4 Vertragsspezifische Anforderungen

Bei den vertragsspezifischen Anforderungen handelt es sich um Vorgaben, welche die Geschäftsbeziehungen zwischen LDL und OEM regeln.



Abbildung 43: Vertragliche Einigkeit ⁹⁷

Modularisierung der Funktion:

Die einzelnen Funktionsmodule müssen unabhängig voneinander kündbar und neu verhandelbar sein. Sollten sich die Rahmenbedingungen für ein Funktionsmodul ändern, kann damit vermieden werden, dass das gesamte Paket in eine Neuausschrei-

⁹⁷ o.V. (o.J.): Shaking Hands, Resource Select Group
<http://www.resourceselectgroup.com/admin/userfiles/image/Shaking-Hands.jpg> (Stand 06.03.2011)

bung geht. Weiters behält der OEM damit die notwendige Eigenständigkeit und Entscheidungsfreiheit, um nicht von einem LDL abhängig zu sein oder preislich vom LDL unter Druck gesetzt zu werden.

Betreibermodell:

Aus demselben Grund, warum die Funktionsmodule unabhängig voneinander vertraglich ausgehandelt werden müssen, muss auch die Infrastruktur und die Funktionalität getrennt vertraglich fixiert werden. Das Betreibermodell muss auch die sogenannte Anlauf-Kostenumlage klären. Die Möglichkeit einer Bonus-Malus-Regelung, welche über die Steuerungsfunktion der Prozessstabilität gelenkt wird, sei hier nur am Rande erwähnt.

Vertragslaufzeiten abgestimmt:

Die Vertragslaufzeiten der einzelnen Funktionsmodule und der Infrastruktur müssen aufeinander abgestimmt sein. Die Vertragslaufzeiten richten sich nach den weiteren logistischen Planungen der Werke und des Konzerns, und sollten diesen auch wieder spiegeln.

Steigerung der Umfänge abbildbar:

Die Verträge müssen so gestaltet sein, dass es der gesamte Anlage möglich ist zu atmen. Erweiterungsmöglichkeiten der Anlage müssen vertraglich festgehalten werden, und es müssen schon frühzeitig die finanziellen Bedingungen dafür abgesteckt werden. Sonst kann (und wird) der LDL die kapazitive Notlage des OEM finanziell ausnützen und Kapital daraus schlagen.

Separate Standzeitvergütung:

Standzeiten sind Zeiten in denen ein Frachträger auf die Be- bzw. Entladung wartet. Im Fall des Konsolidierungspunktes würde dies bedeuten, die Standzeit beginnt mit der Anmeldung des Fahrers an der Steuerstelle und endet mit der Abmeldung des Fahrers an der Steuerstelle. Von diesen Zeiten werden noch Pausenzeiten des Fahrers und sonstige Zeiten, in denen das Fahrzeug nicht im Zugriff des LDL steht, abgezogen.

Diese Standzeiten können auf unterschiedliche Arten vergütet werden. In den Frachtkosten können vertraglich schon standgeldfreie Zeiten festgelegt sein. So sind zum Beispiel die aktuellen Frachtverträge der AUDI AG mit jeweils zwei Stunden standgeldfreier Zeit für Be- und Entladung gestaltet. Diese standgeldfreien Zeiten werden bei jedem Transport über die Frachtkosten mitvergütet, auch wenn die tat-

sächliche Standzeit geringer ist als die standgeldfreie Zeit. Ist die tatsächliche Standzeit größer als die standgeldfreie Zeit, wird dieses Delta zusätzlich vergütet.

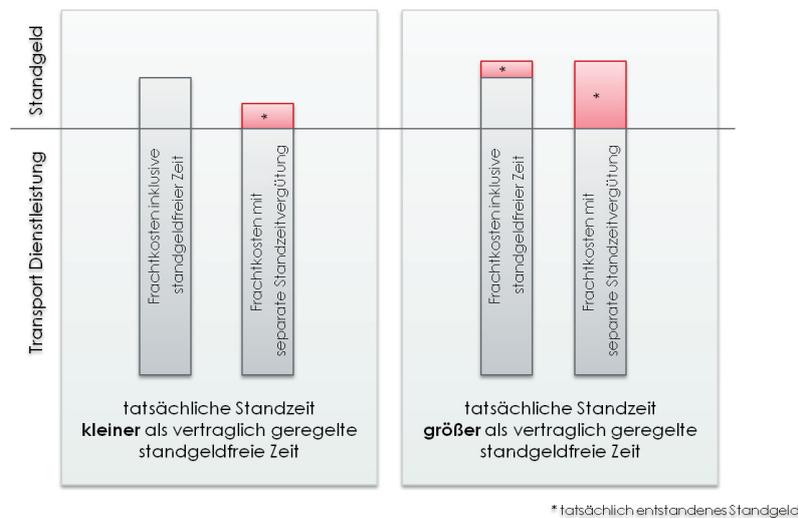


Abbildung 44: Standgeldfreie Zeit vs. separate Standzeitvergütung ⁹⁸

Wie in Abbildung 44 dargestellt wird bei einer separaten Standzeitvergütung immer nur die tatsächlich angefallene Standzeit vergütet. Damit wird auch der ausgabenwirksame Faktor Standzeit transparenter, als wenn er in den Frachtkosten bereits mit abgebildet ist.

Ein Mehraufwand in der Frachtenprüfung würde durch die separate Standzeitvergütung, bei einer Implementierung der tatsächlichen Standzeit im MTB-System⁹⁹, nicht entstehen. Die Standzeiten, die der Spediteur über das MTB-System als Standgeldrechnung mit der normalen Frachtabrechnung einreicht, müsste mit den Standzeiten, welche im LKW-Control¹⁰⁰ für den Transport hinterlegt sind, übereinstimmen. Dieser Vorgang kann vollautomatisch implementiert werden.

Anzahl unterschiedlicher Vertragspartner:

Die Forderung, so wenig unterschiedliche Vertragspartner wie möglich zu haben, kommt aus der Überlegung der Schnittstellenreduktion. Je mehr unterschiedliche Vertragspartner an dem Konsolidierungsprozess beteiligt sind, desto mehr Schnittstellen müssen synchronisiert werden, und umso mehr Reibungsverluste werden auftreten. Auch die Exception Handling-Prozesse vereinfachen sich durch weniger Ver-

⁹⁸ eigene Darstellung

⁹⁹ MTB (Maschinelle Transportdatenbewertung) ist ein System zur Automatisierung des Rechnungsprüfungs- und Gutschriftprozesses für Frachten

¹⁰⁰ Zeitfenstersteuerungssystem des Volkswagen Konzerns, welches mittels Zeitstempeln den gesamten Durchlauf eines Frachträgers dokumentiert (weiterführende Informationen zum System, siehe www.syncrosupply.de/anwendung.htm)

tragspartner, da weniger Ansprechpartner informiert werden müssen bzw. zu einem herantreten.

4.5 Ökologische Anforderungen

Die letzte Gruppe bilden die ökologischen Anforderungen. Der Umweltschutz ist eine wichtige Grundlage des Audi-Produktionssystems. Audi definiert das ganzheitliche Umweltkonzept laut Webaufttritt wie folgt:

„Als Pionier zahlreicher Technologien vertritt Audi einen klaren Standpunkt zum Thema CO₂: Sachliche Argumentation und verantwortungsvolles, umweltbewusstes Handeln dienen einer zukunftsfähigen Mobilität.“¹⁰¹

Da dieser Standpunkt der AUDI AG zum Thema Ökologie auf den ersten Blick eher allgemein gehalten ist, wird im Folgenden versucht, im Bezug auf die externe Transportlogistik, die ökologischen Anforderungen feiner aufzuzeigen.

Eine zurzeit sehr gängige Variante, welche die Nachhaltigkeit und ökologische Weitsicht von unterschiedlichen Prozessen oder Methoden miteinander vergleichbar macht, ist die CO₂-Bilanz. Durch die CO₂-Bilanz eines Verfahrens kann ein CO₂-Fußabdruck des Verfahrens errechnet werden. Dieser kann mit einem CO₂-Fußabdruck (bei gleicher Bezugsgröße) eines anderen Verfahrens verglichen werden. Auf Grund der aktuell weiten Verbreitung dieser Methode und der ökologischen Bewertung der Produkte der AUDI AG auf CO₂-Basis werden, aufbauend auf die Methodik der CO₂-Bilanz, die ökologischen Anforderungen identifiziert.

CO₂-Fußabdruck der Hauptläufe:

Die Hauptläufe müssen in der Gesamtheit betrachtet werden. Sollten unterschiedliche Verkehrsträger benützt werden, müssen die einzelnen Teilabschnitte separat berechnet und anschließend aufsummiert werden.

Die Bewertung des CO₂-Fußabdrucks eines LKW kann durch das in der Verkehrsrundschau gezeigten Verfahren erfolgen (siehe Anhang 5, Anhang 6 und Anhang 7). Dieses Verfahren berücksichtigt die jeweilige Auslastung des Frachtträgers. Zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks des Frachtträgers Schiene, muss eine durchschnittliche Auslas-

¹⁰¹ o.V. (o.J.): Informationen in Sachen Umwelt, AUDI AG
http://www.audi.de/de/brand/de/unternehmen/nachhaltigkeit/co2_informationen.html (Stand 07.03.2011)

tung angenommen werden. Die deutsche Bahn erzeugt laut eigenen Angaben 24 Gramm pro Tonnenkilometer¹⁰².

CO₂-Fußabdruck des kurzen Kreislaufes:

Die Berechnung dieses CO₂-Fußabdruck erfolgt analog der Berechnung des CO₂-Fußabdruckes der Hauptläufe

CO₂-Fußabdruck der Infrastruktur:

Die Berechnung des CO₂-Fußabdruckes der Infrastruktur ist schwierig, da viele unterschiedliche Parameter beachtet werden müssen. Hier können unter anderem folgende Faktoren eine Rolle spielen:

- Nutzbarkeit des Verkehrsträgers Schiene
- Antriebsart der interne Flurfördergeräte
- Photovoltaikanlagen auf dem Dach
- Wärmedämmung der Halle
- Sonstige ökologische Maßnahmen

Die qualitative Bewertung dieser Faktoren ist im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgesehen.

4.6 Ganzheitliches Bewertungsschema

Zum Vergleich verschiedener Planungsszenarien untereinander benötigt man ein Bewertungsschema. Dieses Schema soll die Interaktionen der einzelnen Anforderungen aufzeigen.

Grundsätzlich gibt es verschiedene Methoden für die Bewertung von wirtschaftlichen und technischen Prozessen. Litke identifizierte hierfür folgenden Methoden: ¹⁰³

- Wirtschaftlichkeitsanalyse
- Wirtschaftlichkeitsrechnung
- Kosten-Nutzen Analyse
- Risikoanalyse

¹⁰² o.V. (o.J.): Emissionen - Allgemeine Umweltfakten, DB Schenker
http://www.dbschenker.com/site/logistics/dbschenker/com/de/umwelt/daten__fakten/allgemein/allgemein.html

¹⁰³ Litke H.D. (2004): Projektmanagement – Methoden, Techniken, Verhaltensweisen. Evolutionäres Projektmanagement, Hanser Wirtschaft, S. 137f

- Nutzwertanalyse

Um qualitative und quantitative Kriterien in einer gemeinsamen Methode bewerten zu können, ist die Nutzwertanalyse die geeignetste Methode. Aus diesem Grund wurde für diese Arbeit eine Matrix für ein ganzheitliches Bewertungsschema erstellt, welches sich an die Methodik der Nutzwertanalyse anlehnt. Diese Methodik lässt sich sehr einfach nachvollziehen und bietet eine gute Adaptierbarkeit auf verschiedene Planspiele bei unterschiedlichen Werksstandorten.

Die Bewertungsmethodik:¹⁰⁴

Jeder Anforderung, welche in den vorangegangenen Unterkapiteln identifiziert wurde, wird ein Gewichtungsfaktor zugeordnet. Dieser Gewichtungsfaktor sagt aus, wie relevant diese Anforderung gegenüber den anderen ist. Auch den Anforderungsgruppen wird ein solcher Gewichtungsfaktor zugewiesen. Die Gewichtungsfaktoren werden in Prozent angegeben und müssen innerhalb einer Gruppe aufsummiert immer hundert Prozent ergeben:

$$\sum_{j=1}^{n_i} g_{i,j} = 100\% \quad \forall i$$

i ... Index der Anforderungsgruppe

j ... Index der Anforderung

n_i ... Anzahl Anforderungen in der Anforderungsgruppe i

$g_{i,j}$... Gewichtungsfaktor der Anforderung

Auch die Gewichtungsfaktoren der Anforderungsgruppen müssen aufsummiert hundert Prozent ergeben:

$$\sum_{i=1}^n g_i = 100\%$$

n ... Anzahl Anforderungsgruppen

g_i ... Gewichtungsfaktor der Anforderungsgruppe

Die Wahl der Gewichtungsfaktoren ist ein subjektiver Prozess, welcher Platz für Diskussionen offen lässt. Trotzdem ist diese Form der Bewertung transparent und nachvollziehbar. Die Gewichtungsfaktoren müssen auf die jeweiligen standortspezifischen

¹⁰⁴ für Visualisierung des Bewertungsschemas, siehe Anhang 3

Gegebenheiten angepasst werden. Daher gibt es keine allgemeingültigen Angaben der Gewichtungsfaktoren.

Zu den Gewichtungsfaktoren, die einmalig bestimmt wurden, werden für jedes Planungsszenario alle Anforderungen bewertet. Der Wertebereich dieser Bemessung richtet sich nach dem Schulnotensystem von 1 bis 5. Bei Anforderungen, welche nicht erfüllt bzw. technisch n.i.O. sind, gibt es die Note 5. Bei vollständiger Erfüllung der Anforderungen gibt es die Note 1.



Abbildung 45: Bewertungsskala ¹⁰⁵

Sind alle Anforderungen bewertet, kann die Auswertung erfolgen:

$$\sum_{j=1}^{n_i} g_{i,j} * b_{i,j} = w_i \quad \forall i$$

$b_{i,j}$... Bewertung der Anforderung (Bewertungsskala siehe Abbildung 45)

w_i ... Bewertungsergebnis der Anforderungsgruppe i

Das Bewertungsergebnis der einzelnen Anforderungsgruppen kann noch zu einer einzigen Kennzahl aggregiert werden:

$$\sum_{i=1}^n g_i * w_i = w$$

w ... Ganzheitliche Bewertungskennzahl

In diesem Bewertungsschema gibt es noch die Möglichkeit **KO Kriterien** zu definieren. Sind Anforderungen unabdingbar, also eine negative Bewertung (Note 5) nicht zulässig, wird dieses als KO Kriterium markiert. Wird ein KO Kriterium bei einem Planungsszenario negativ benotet, ist das gesamte Szenario *technisch n.i.O.*

Visualisierung des Ergebnisses: ¹⁰⁶

Die Visualisierung der Ergebnisse der ganzheitlichen Bewertung erfolgt mithilfe eines einfachen Balkendiagramms. Damit können einzelne Planungsszenarien auf einem Blick verglichen werden. Für die Teilergebnisse aus den einzelnen Anforderungsgrup-

¹⁰⁵ eigene Darstellung

¹⁰⁶ für Visualisierung des Bewertungsergebnisses, siehe Anhang 4

pen erfolgt die Darstellung durch ein Spinnendiagramm. Damit können Potentiale zwischen Szenarien geortet und somit besser beurteilt werden, in welchem Bereich eine Planungsvariante noch eine Unschärfe aufweist.

Diese beiden Diagramme können übersichtlich auf einer einzigen Managementfolie abgebildet werden.

5 Umsetzungsorientierter Konzeptvorschlag am Audi-Standort Neckarsulm

Die Anforderungsanalyse im vorangegangenen Kapitel bildet die Basis für die weitere Arbeit. Ausgehend von dieser Analyse, wird ein allgemeines Idealkonzept abgeleitet, welches die Anforderungen in einer bestmöglichen Ausprägung darstellt. Da dieses Idealkonzept in dieser Form nicht auf den Audi Standort in Neckarsulm anwendbar ist, müssen verschiedene Modifikationen vorgenommen werden. Sind alle standort-spezifischen Rahmenbedingungen in diese Betrachtung eingeflossen, kristallisiert sich das Zielkonzept für den Audi Standort in Neckarsulm heraus.



Abbildung 46: Zielkonzeptentwicklung ¹⁰⁷

In diesem Abschnitt werden auch Entwicklungspfade zur Erreichung des Zielkonzeptes aufgezeigt. Im Rahmen dieses Entwicklungspfades werden auch ausgewählte Stufen mithilfe des ganzheitlichen Bewertungsschemas miteinander verglichen. Aus diesem Vergleich können notwendige Schritte für die Zielerreichung abgeleitet werden.

5.1 Idealkonzept eines werksnahen Konsolidierungspunktes

In dem Idealkonzept eines werksnahen Konsolidierungspunktes wird versucht, alle Anforderungen bestmöglich zu erfüllen. Verschiedene Anforderungen stehen untereinander in Konflikt (z.B. ökonomische und ökologische Anforderungen). Bei diesen Zielkonflikten wird versucht eine Balance zu finden, welche für die Gesamtbewertung das beste Ergebnis bringt. Das Idealkonzept berücksichtigt keine werkspezifischen Gegebenheiten und muss daher immer an die jeweiligen Werkspezifika angepasst werden.

¹⁰⁷ eigene Darstellung

Für die Erarbeitung des Idealkonzeptes wurden optimale Prozessvoraussetzungen in den vor- und nachgelagerten Prozessen angenommen.

Im Idealkonzept werden alle werksinternen Lager in den Konsolidierungspunkt verlagert und zentralisiert. Die für ein Lager typischen Prozesse wie Einlagerung, Bestandsführung und Auslagerung werden durch das Funktionsmodul Lager im Konsolidierungspunkt abgebildet. Das Konzept setzt alle Funktionsmodule ein (Übersicht der Funktionsmodule siehe Abbildung 6). In dieser Arbeit stehen jedoch nur die Funktionsmodule *Cross Dock* und *Trailer Yard* im Fokus. Auf die anderen Funktionsmodule wird nicht näher eingegangen, sie sind aber im Falle einer Implementierung zu berücksichtigen.

Materialfluss im Idealkonzept:

Für den Konsolidierungspunkt werden im Idealkonzept nur die bereits abgegrenzten Materialumfänge (siehe Seite 20) betrachtet. So laufen z.B. keine JIT/JIS und keine Perlenkettenverkehre über den Konsolidierungspunkt. Diese Umfänge werden direkt am Verbauort angeliefert. Die betrachteten Umfänge werden bereits beim Lieferanten endempfängerbezogen (auf Ladestellenbasis) abgerufen und haben beim Abruf eine Zuordnung zu einem Frachtträger, welcher den Umfang mittels Hauptlauf am Konsolidierungspunkt anliefert.

Ein Vorschlag, wie ein ideales Layout der Funktionsmodule *Cross Dock* und *Trailer Yard* aussehen könnte, wurde im Rahmen der Ausplanung des NLK der Stufe 2 von der Technischen Universität Dortmund vorgestellt (siehe Anhang 10). Da das Layout sehr von dem abzuwickelnden Volumen abhängt, dient der Vorschlag als Indikation (der Vorschlag wurde auf eine Seitenbe- und Seitenentladung von ca. 70 eingehenden und 60 abgehenden Frachtträgern pro Tag ausgelegt). Sollten die abzuwickelnden Umfänge so hoch sein, dass sich eine vollautomatische Cross Dock Anlage wirtschaftlich abbilden lässt, wird eine solche im Idealkonzept eingesetzt. Die Cross Dock Anlage wird neu auf der „grünen“ Wiese errichtet und kann genau an die Anforderungen der Materialflüsse angepasst werden. Der Trailer Yard befindet sich direkt auf der Fläche des Konsolidierungspunktes und der Betreiber des Trailer Yards hält in der Nähe weitere Kapazitäten dafür vor.

Informationsfluss im Idealkonzept:

Die Planung der kurzen Kreisläufe obliegt dem jeweiligen Werk. Dieses legt die Fahrpläne fest und gibt die Regeln für die Beladung der im Fahrplan vorgesehenen Tou-

ren vor. Die Zuststeuerung der Hauptläufe erfolgt durch eine zentrale Transportsteuerung. Diese ist im Konzern angesiedelt und koordiniert die Hauptläufe zwischen den Cross Docks. Die gesamte Zeitfenstersteuerung im Cross Dock und auch im Trailer Yard erfolgt mit einem Konzernsystem und folgt so einer für alle Beteiligten (Werke, LDL, Spediteure) bereits bekannten Logik.

Der LDL ist verpflichtet, bei jeder Statusänderung eines Teileumfanges diese Änderung an den OEM zu übertragen. Die Übertragung erfolgt über eine definierte Schnittstelle. Alle LDL nutzen diese Schnittstelle, welche Ihre Systeme mit den Konzernsystemen verbindet. Durch die standardisierte Schnittstelle hat jeder LDL nur ein für ihn relevantes System, aus dem er alle Informationen bekommt. Diese Schnittstelle kann z.B. durch ein Webportal umgesetzt sein. Somit ist eine einmalige und additive Datenerfassung der Lieferinformationen möglich.

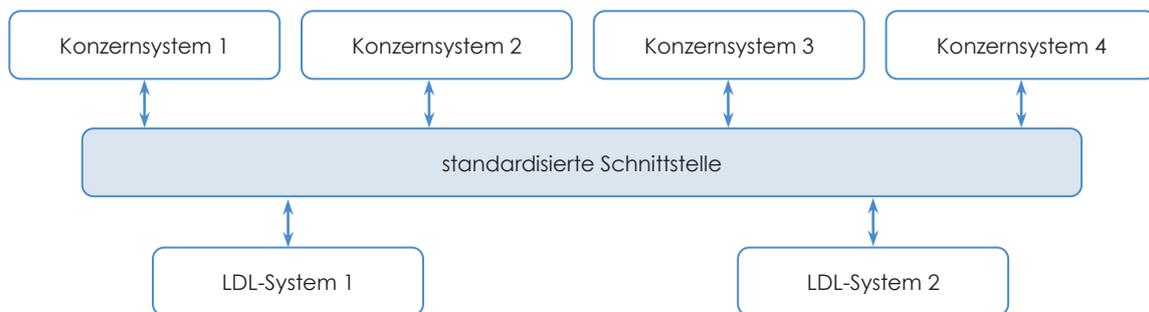


Abbildung 47: Einsatz einer standardisierten Schnittstelle ¹⁰⁸

Durch diese standardisierte Schnittstelle kann auch das Kennzahlensystem des Konzernqualitätsmanagement gepflegt werden.

Ökonomische Ausprägungen des Idealkonzeptes:

Die ökonomischen Ausprägungen sind im Grunde eine Folge anderer *Ausprägungen*. Eine hochfrequente Abholung beim Lieferanten bzw. eine hochfrequente Belieferung der Werke muss jedoch erfolgen, um die Auflösung von Lagerstrukturen im Werk umsetzen zu können.

Wichtig ist eine gesamtheitliche, und nicht eine auf ökonomische Gesichtspunkte beschränkte, Betrachtung. Daher wird das Idealkonzept teurer sein als die billigste Variante. Die Inkaufnahme dieses ökonomischen Nachteils bringt Vorteile bei prozessspezifischen Gesichtspunkten.

¹⁰⁸ eigene Darstellung

Zur Einsparungsstruktur kann keine allgemeine Aussage getroffen werden, da dies sehr von den jeweiligen Werksstrukturen abhängig ist. Jedoch sollten sich durch die Implementierung eines Konsolidierungspunktes merkbare Kostenvorteile im Werk ergeben.

Geographische Ausprägungen des Idealkonzeptes:

Der Konsolidierungspunkt befindet sich direkt an der Werksgrenze, an einem für alle Fahrwege optimierten Punkt. Die Versorgung des Werkes erfolgt witterungsgeschützt über einen Tunnel, oder über eine überdachte Brücke, mit Anbindung an die jeweiligen Bedarfsorte. Da das Werk im Idealfall über einen Bahnanschluss verfügt und in der Nähe der Autobahn liegt, kann dies in diesem Fall auch für den werksnahen Konsolidierungspunkt angenommen werden.

Vertragliche Ausprägungen des Idealkonzeptes:

Die vertraglichen Themen sind im Konsolidierungspunkt getrennt. Jedes Funktionsmodul und die Infrastruktur ist jeweils in einem gesonderten Vertrag vereinbart. Eine separate Standzeitvergütung ist fixer Bestandteil der Verträge. Die entstandenen Standgelder werden direkt an den LDL weiterverrechnet, da dieser für die Verursachung verantwortlich ist (ursachengerechte Verrechnung). Eine Abstimmung der Vertragslaufzeiten wird im Idealkonzept vorausgesetzt. Um eine Abhängigkeit von einem LDL zu vermeiden, sollte nicht das gesamte Paket an einen LDL vergeben werden. Mindestens zwei Vertragspartner erscheinen sinnvoll, da es keinen LDL gibt, welcher für alle Funktionsmodule das bestmögliche Knowhow besitzt.

Ökologische Ausprägungen des Idealkonzeptes:

Alle Hauptläufe, bei denen die Möglichkeit eines Bahntransportes besteht, werden mit diesem Verkehrsträger abgewickelt. Die restlichen Umfänge werden mit Transportdienstleistern durchgeführt, welche über einen schadstoffarmen Fuhrpark (mindestens Abgasnorm Euro 5) verfügen. Damit kann der CO₂-Fußabdruck, bei gleichzeitiger Nutzung der Flexibilität des Verkehrsträger Straße, niedrig gehalten werden. Die kurzen Kreisläufe können durch die geographische Nähe zum Werk, mittels automatischen Fördereinrichtungen, oder bei längeren Distanzen über elektrische Schleppfahrzeuge (siehe Anhang 9), erfolgen. Der CO₂-Fußabdruck dieser Methoden ist sehr klein. Das ideale Potential des CO₂-Fußabdruckes der Infrastruktur kann aus ökonomischen Gesichtspunkten heraus nicht voll umgesetzt werden.

5.2 Zielkonzept für das Audi-Werk Neckarsulm

Das im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Idealkonzept muss auf die Standortspezifika des Audi-Werkes in Neckarsulm modifiziert werden. Bei Überschneidungen mit dem Idealkonzept wird darauf verwiesen.

Die beiden größten Unterschiede zum Idealkonzept liegen im Funktionsumfang und im Standort des Konsolidierungspunktes. Der Funktionsumfang des Konsolidierungspunktes im Zielkonzept beinhaltet kein AKL und auch keinen Supermarkt. Ob eine CKD Abwicklung im Leistungsumfang sinnvoll ist, wird in dieser Arbeit nicht beurteilt. Zur besseren Übersicht wird die CDK Abwicklung in dieser Betrachtung weggelassen. Ein AKL wird nicht benötigt, da das Audi-Werk in Neckarsulm über ein gerade eben (Übergabe in den Serienbetrieb im Oktober 2010) fertiggestelltes AKL verfügt. Dieses AKL ist am neuesten Stand der Technik. Ein weiteres AKL würde aus jetziger Sicht ökonomisch und prozesstechnisch nicht sinnvoll sein. Das Modul Supermarkt macht nur Sinn, wenn der Standort des Konsolidierungspunktes direkt an das Werk grenzt. Da ein Standort in unmittelbarer Nähe zum Werk in Neckarsulm nicht darstellbar ist, fällt die Funktionalität Supermarkt aus dem Leistungsumfang des Konsolidierungspunktes heraus.

Wie am Anfang der Arbeit bereits aufgezeigt, handelt es sich beim Audi-Werk in Neckarsulm, um ein Brown-Field Werk, welches über gewachsene Strukturen verfügt (siehe Abbildung 1). Das Werk ist auf jede Seite hin beschränkt. Somit gibt es keine Möglichkeit, den Standort des Konsolidierungspunktes direkt am Werk zu realisieren. Ziel ist es eine einzige Fläche zu finden, welche genügend Platz für den gesamten Leistungsumfang (Cross Dock Anlage, Trailer Yard und Lagerfunktion) bietet. Dieser Standort sollte auch den restlichen geografischen Anforderungen (Bahnanbindung, Autobahnnähe, ...) genügen. Die Logistikplanung des Audi-Werkes in Neckarsulm, ist seit geraumer Zeit auf der Suche nach einer solchen Fläche. Für die gesamtheitliche Bewertung wird in dieser Arbeit angenommen, dass sich der Standort des Konsolidierungspunktes in Heilbronn (ca. 4km Wegstrecke vom Werk entfernt) befindet. Auf diesem Standort wird eine neue Infrastruktur errichtet. Damit entspricht das Layout dem Idealkonzept.

Das Zielkonzept übernimmt die im Idealkonzept beschriebenen Material- und Informationsflüsse. Für die Visualisierung der Prozesse dient die Prozessdarstellung im Anhang 11 und im Anhang 12. In diesen Darstellungen wird der Materialfluss zum einen

aus Sicht des Frachträgers und zum anderen aus der Sicht des Ladungsträgers beschrieben. Die Prozessabläufe bedingen zum vollständigen Verständnis noch einer weiteren Erklärung zur Darstellungsweise. Die grünen Rauten sind Informationen, welche als Input für die Prozesse dienen. Die roten Rauten sind Informationen, welche als Output der Prozesse entstehen. Prozesse sind als weiße Rechtecke dargestellt. Entscheidungssituationen werden durch blaue Quadrate symbolisiert. Start und Ende sind durch gelbe abgerundete Rechtecke abgebildet. Der Verweis auf einen weiterführenden Prozess erfolgt durch ein Rechteck, welches auf jedem Ende einen zusätzlichen vertikalen Linie hat.

Die Abläufe der beiden Prozessdarstellungen im Detail:

Materialfluss aus Frachträger-Sicht (Ideal Cross Dock):

Der vorgelagerte Prozess (Fahrplanerstellung und Materialabruf mit Zuordnung zu einem Hauptlauf Frachträger, sowie die Zusammenstellung des Frachträgers) wurde bereits im Idealkonzept eingehend erklärt. Die Prozessbeschreibung beginnt mit der Ankunft des Frachträgers am Anlieferpunkt (der Anlieferpunkt ist in diesem Fall die Cross Dock Anlage). Die Fahrpläne der Hauptläufe sind im LKW-Control (als LKWc dargestellt) hinterlegt. Das LKW-Control dient zum einen der Steuerung des Ablaufes und zum anderen für die Dokumentation der Zeitstempel, welche der Frachträger in den verschiedenen Stellen erhält. Die Zeitstempel bilden die Basis für die nachträgliche verursachungsgerechte Standzeitvergütung. Der restliche Ablauf ist im Grunde selbsterklärend, weshalb auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet wird.

Materialfluss aus Ladungsträger-Sicht (Ideal Cross Dock):

Diese Prozessdarstellung beginnt mit der Ankunft des Ladungsträgers an der Entladestelle. Anschließend an die Entladung erfolgt die Wareneingangsprüfung. Diese wird durch das Dispositionssystem (als Disposystem dargestellt) von Audi und den Lieferpapieren des Spediteurs unterstützt. Sollte es bei der Wareneingangsprüfung zu Unstimmigkeiten kommen, wird ein Exception Handlings Prozess angestoßen. Dieser wird in der Arbeit nicht näher ausgeführt. Nach einem möglichen Umpacken der Waren erfolgt die Wareneingangsbuchung. Diese wird über die standardisierte Schnittstelle im Dispositionssystem von Audi vorgenommen. Das Dispositionssystem des LDL (als XD-Disop dargestellt) sagt dem Mitarbeiter, auf welche Lane er die Ware zu transportieren hat. Gleichzeitig bucht er die Ware auf die richtige Lane ein. Bei der Verladung auf den Pendel-LKW wird diese Ware dann aus dem System des LDL wieder

ausgebucht. Durch den Pendel-LKW wird die Ware über die Werksgrenze in das Werk gebracht. Dort wird entschieden, ob der Ladungsträger direkt an den Verbauort gebracht wird, oder ob dieser vorher noch einen Pufferungs- bzw. Supermarktprozess durchlaufen muss. Die Darstellung endet mit der Bereitstellung des Ladungsträgers am Verbauort.

Die vertragsspezifischen Ausprägungen können im Zielkonzept genauso abgebildet werden wie im Idealkonzept. Bei den ökonomischen Ausprägungen ist der CO₂ Fußabdruck des kurzen Kreislaufes, aufgrund der längeren Fahrstrecke, höher wie im Idealkonzept.

Die ökonomischen Ausprägungen stellen sich genauso dar wie im Idealkonzept. Nur der Shuntingbetrieb der Trailer wird teurer ausfallen, da weniger Umläufe in der gleichen Zeit geschafft werden können.

Im folgenden Abschnitt wird aufgezeigt wie ein Entwicklungspfad zu diesem Zielkonzept am Audi-Standort Neckarsulm aussehen könnte.

5.3 Migrationsvorschlag als Stufenkonzept

Der Migrationsvorschlag zeigt Wege auf, wie die Erreichung des Zielkonzeptes erfolgen kann. In diesem Abschnitt werden zwei unterschiedliche Wege aufgezeigt. Zum einen der idealisierte Entwicklungspfad, welcher von der IST Situation ausgehend einen Pfad aufzeigt, der keinen Restriktionen unterliegt. Der zweite Pfad zeigt ausgehend von dem aktuellen Planungsstand der Audi-Werklogistik in Neckarsulm den Weg hin zum Zielkonzept auf.

Der Pfad ist jeweils als Stufenkonzept beschrieben. Das Konzept beinhaltet Stufen wie z.B. Planung, Simulation, Erstellung eines Lastenheftes, Schulung der Mitarbeiter, Pilotumfänge, etc.

Ein weiterer Teil dieses Abschnittes ist die Vorstellung des aktuellen Planungsstandes der Audi-Werkslogistik in Neckarsulm. Der Planungsstand berücksichtigt Restriktionen wie z.B. verfügbare Flächen. Die aufgezeigten Entwicklungspfade sollen die Werklogistik bei der Ideenfindung unterstützen und stellen keinen Anspruch auf vollständige Realisierbarkeit. Die Feinausplanung der einzelnen Stufen muss von der Werklogistik übernommen werden, da diese als einzige über einen ganzheitlichen werksinternen Überblick verfügt.

5.3.1 Idealisierter Entwicklungspfad zum Zielkonzept

Der idealisierte Entwicklungspfad wird in dieser Arbeit als Stufenkonzept beschrieben.

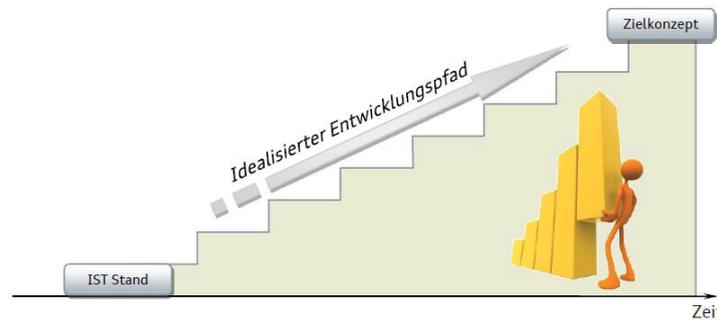


Abbildung 48: Prinzipdarstellung des idealisierten Entwicklungspfades ¹⁰⁹

Um den Weg besser beschreiben zu können, werden zuerst die Unterschiede des IST-Standes und des Zielkonzeptes aus der Sicht der externen Transportlogistik dargestellt.

Die Unterschiede werden mithilfe von morphologischen Kästen visualisiert. Diese Kästen stellen unterschiedliche Ausprägungsmöglichkeiten verschiedener Kriterien (z.B. Anlieferpunkte) dar. Ist ein Merkmal eines Kriteriums ausgeprägt, wird dieses grau hinterlegt.

Der IST-Stand ist aus Sicht der externen Transportlogistik wie folgt:

Abrufsystematik	ohne Frachträgerbezug		mit Frachträgerbezug	
Anlieferpunkte	Werke	Außenlager	Konsolidierungspunkt	
Transport	ohne Fahrplan		mit Fahrplan	
Anlieferfrequenz	frachtkostenoptimiert		hochfrequent	
Lagerstufen	keine	bedarfsnah	zentral im Werk	Konsolidierungspunkt
Standzeitvergütung	standgeldfreie Zeit im Frachtvertrag		separate Vergütung	

Abbildung 49: Morphologischer Kasten mit den Ausprägungen des IST-Standes ¹¹⁰

Die Materialien haben beim Abruf noch keine Zuordnung zu einem Frachträger für den Hauptlauf. Als Anlieferpunkte existieren zum einen das Werk und zum anderen die Außenlager. Für die Inbound Transporte bestehen (ausgenommen der bereits umgestellten NLK Stufe 1 Direktrelationen) keine Fahrpläne. Die Anlieferfrequenz ist nach dem Gesichtspunkt der Frachtkostenoptimierung festgelegt. Lagerstufen bestehen bedarfsnah bzw. zentral im Werk. Eine standgeldfreie Zeit ist in den Frachtverträgen fix verankert.

Die Ausprägungen für das Zielkonzept würden wie folgt aussehen:

¹⁰⁹ eigene Darstellung

¹¹⁰ eigene Darstellung

Abrusystematik	ohne Frachträgerbezug		mit Frachträgerbezug	
Anlieferpunkte	Werke	Auenlager	Konsolidierungspunkt	
Transport	ohne Fahrplan		mit Fahrplan	
Anlieferfrequenz	frachtkostenoptimiert		hochfrequent	
Lagerstufen	keine	bedarfsnah	zentral im Werk	Konsolidierungspunkt
Standzeitvergütung	standgeldfreie Zeit im Frachtvertrag		separate Vergütung	

Abbildung 50: Morphologischer Kasten mit den Ausprägungen des Zielkonzeptes ¹¹¹

Beim Materialabruf besteht bereits ein Bezug zu dem Frachträger für den Hauptlauf. Dieser Hauptlauf wird mittels eines Fahrplans gesteuert. Der Anlieferpunkt liegt für Direktanlieferung mit maximal zwei Ladestellen im Werk. Bei den betrachteten Materialumfangen jedoch hauptsächlich im Konsolidierungspunkt. Durch die Volumenbündelung der Konzernumfange im NLK der Stufe 2 kann eine hochfrequente Anlieferung sichergestellt werden. Lagerstufen bestehen im Zielkonzept zum einen bedarfsnah in Supermärkten und zum anderen im Konsolidierungspunkt in dem Funktionsmodul Lager. Materialien, welche über den Cross Dock Prozess umgeschlagen werden, sollen ohne Lagerstufe auskommen. Alle Standzeiten werden separat vergütet (siehe Kapitel 4.4).

Die Umstellung kann natürlich nicht von einem auf den anderen Tag erfolgen. In der ersten Stufe müsste eine Detailplanung der Material- und Informationsflüsse, sowie der Exception Handling Prozesse erfolgen. Dies sollte durch Simulationen der Abläufe unterstützt werden. Nach dieser ersten Stufe müssen die Lastenhefte für die verschiedenen Funktionsmodule erstellt werden. Sind diese Lastenhefte erstellt, können in der nächsten Stufe mittels einer Ausschreibung geeignete LDL gefunden werden. Parallel dazu sollten sich alle beteiligten Mitarbeiter für die neuen Abläufe schulen lassen.

Um das System nicht zu überlasten, sollen nicht die gesamten Umfänge auf einmal im neuen Konsolidierungspunkt hochlaufen. Dadurch können eventuelle Prozessschwachen noch ausgebessert werden. Der Start sollte über eine Pilotphase erfolgen, welcher langsam immer mehr Umfänge zugeordnet werden. Die Aufschaltung der Umfänge kann gebietsweise, muss jedoch lieferantenweise erfolgen. Einen Lieferanten gleichzeitig über die alte und die neue Abwicklung laufen zu lassen, führt zu unnötigen Verwirbelungen im Materialflussprozess und zu erhöhtem Steuerungsaufwand.

Die finale Ausbaustufe des Konsolidierungspunktes kann erst mit der vollständigen Umsetzung der Logik des NLK der Stufe 2 erfolgen.

¹¹¹ eigene Darstellung

5.3.2 Planungsstand der Audi-Werklogistik Neckarsulm

Nach der Skizzierung des idealisierten Entwicklungspfades folgt in diesem Abschnitt die Erläuterung des aktuellen Planungsstandes der Audi-Werklogistik in Neckarsulm (Stand: Februar 2011). Der Planungsstand wurde mit der Werklogistik abgestimmt und bezieht sich auf zusätzliche Anlieferpunkte zu dem Anlieferpunkt Werk und dem Anlieferpunkt Außenlager. Die Abbildung 51 zeigt den Planungstand graphisch aufbereitet.

Betrachtete Materialumfänge: nur Einkaufsteile

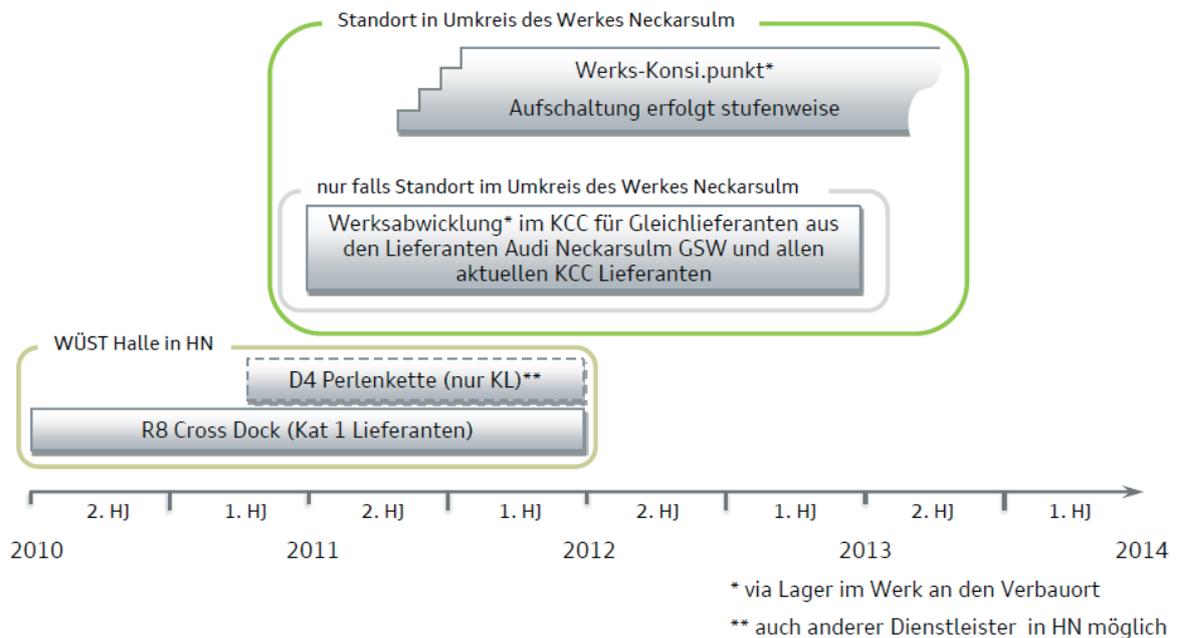


Abbildung 51: Aktueller Planungsstand für zusätzliche Anlieferpunkte ¹¹²

Bei den Planungsarbeiten für Konsolidierungspunkte vonseiten des Konzerns, steht die NLK Philosophie im Vordergrund. Im Gegenzug dazu muss ein Werk auch andere Punkte in Betracht ziehen. Werke haben meist auch kurzfristige Notwendigkeiten am Schirm, welche die Planungen in andere Richtungen lenken kann. Dies schlägt sich auch in den aktuellen Planungen des Audi-Werkes in Neckarsulm nieder.

Nun folgen noch Punkte, die in diese Planungen hineingespielt haben. Da aber nicht alle Hintergründe bekannt sind, stellen diese Punkte keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Ein Punkt ist das Erreichen der Kapazitätsgrenzen einzelner Ladestellen. Jede Ladestelle hat Kapazitätsgrenzen. Diese Grenzen hängen vor allem vom Faktor Mensch und vom Faktor Fläche ab. Stößt einer dieser beiden Faktoren an die Grenze, erhöht

¹¹² eigene Darstellung, Abstimmungsstand mit der Audi-Werklogistik Neckarsulm

eine Verbesserung des anderen Faktors die Kapazität der Ladestelle nicht mehr. So bringt eine Erhöhung der Mitarbeiterzahl nichts, wenn die Flächenkapazität bereits an deren Grenze stößt. Durch die geplante Volumensteigerung in diesem Jahr werden eben diese Flächen immer weniger, mitunter zu wenig.

Ein weiterer Punkt ist die segmentbezogene Ladestellenstruktur. Frachtträger, welche Umfänge aus dem Gebietspeditionswesen anliefern, haben unterschiedliche Lieferanten geladen und haben daher viele Ladestellen anzufahren. Dieser Anlieferprozess kann durch einen Konsolidierungspunkt vereinfacht werden.

Zu den eher operativ ausgerichteten Punkten gibt es noch strategische Überlegungen für die Installierung eines Konsolidierungspunktes vonseiten der Werklogistik. So gibt es Bestrebungen, die Standorte der zukünftigen Lieferantennahen bzw. werksnahen Cross Docks des NLK der Stufe 2 möglichst nah an das Werk zu positionieren.

Der Planungsstand beinhaltet aktuell drei voneinander örtlich getrennte Anlieferpunkte. Zum einen die Wüst-Halle in Heilbronn, in welcher aktuell der Lernpilot der quattro GmbH abgewickelt wird. In dieser Halle sollen zukünftig auch Perlenkettenumfänge für den D4 (aktuelle Baureihe des A8) konsolidiert werden. Die beiden weiteren Standorte befinden sich aktuell noch in der Ausschreibung. Die Ausschreibung des Konzern Consolidation Center (KCC) Süd steht unter der Verantwortung des Konzerns. Im KCC Süd werden Gebietsspeditionsbereiche für Konzernwerke in Spanien, Portugal und Italien konsolidiert. Sollte sich bei der Ausschreibung ein Standort im näheren Umkreis zum Werk Neckarsulm ergeben, werden dort auch Gebietsspeditionsbereiche für das Audi-Werk in Neckarsulm konsolidiert. Bei diesen Umfängen handelt es sich um Gleichlieferanten mit den anderen angebundenen Konzernwerken. Bei Synchronisierung der Abholung können Synergien durch Volumenbündelung und dabei Frachtkosteneinsparungen geschaffen werden (Ergebnisse der Synergieberechnung siehe Anhang 13). Die zweite Ausschreibung liegt in der Verantwortung der Werklogistik. Bei dieser Ausschreibung handelt es sich um das Betreiben eines Werkskonsolidierungspunktes. Welche Umfänge über diesen Konsolidierungspunkt laufen werden, wird unter anderem im folgenden Kapitel genauer beschrieben. Der Standort dieses Konsolidierungspunktes wird in Heilbronn liegen. Für alle Umfänge, welche zukünftig über das KCC bzw. über den Werkskonsolidierungspunkt laufen sollen, ist geplant, diese via Lager im Werk am Verbauort bereitzustellen. Durch diese Abläufe werden keine Lagerstrukturveränderungen im Werk stattfinden.

5.3.3 Entwicklungspfad zum Zielkonzept

In diesem Teil der Arbeit wird, ausgehend von dem im vorherigen Unterkapitel beschriebenen Planungsstand, der weitere Entwicklungspfad aufgezeigt. In Abbildung 52 wird der Entwicklungspfad nur schematisch dargestellt. Diese Prinzipdarstellung lässt keine Rückschlüsse auf die Entfernung zwischen Planungsstand und Zielkonzept zu. Wie groß der Abstand zwischen den beiden ist, wird erst im nächsten Kapitel genauer beleuchtet.

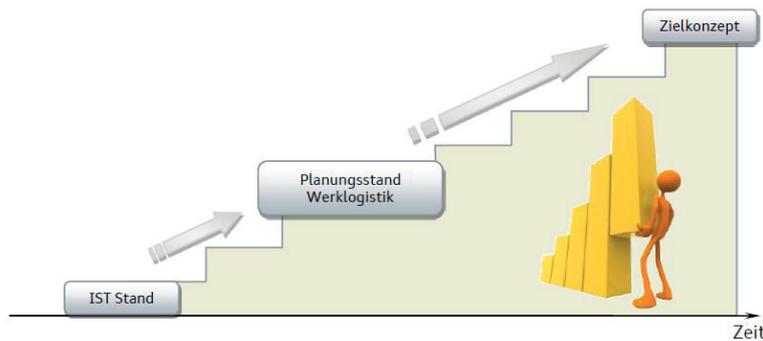


Abbildung 52: Prinzipdarstellung des Entwicklungspfades ¹¹³

Für den Planungsstand stellen sich die unterschiedlichen Ausprägungen, wie aus Abbildung 53 zu entnehmen ist, dar.

Abrufsystematik	ohne Frachträgerbezug		mit Frachträgerbezug	
	Anlieferpunkte	Werke	Außenlager	Konsolidierungspunkt
Transport	ohne Fahrplan		mit Fahrplan	
Anlieferfrequenz	frachtkostenoptimiert		hochfrequent	
Lagerstufen	keine	bedarfsnah	zentral im Werk	Konsolidierungspunkt
Standzeitvergütung	standgeldfreie Zeit im Frachtvertrag		separate Vergütung	

Abbildung 53: Morphologischer Kasten mit den Ausprägungen des Planungsstandes ¹¹⁴

Aus Sicht der externen Transportlogistik bleiben die Ausprägungen des IST-Standes bestehen, ausgenommen die Anzahl der Anlieferpunkte, welche sich um die Konsolidierungspunkte erhöhen. Die Effekte durch die Konsolidierungspunkte werden auf anderer Ebene erzielt (siehe Anreizpunkte des Werkes in Kapitel 5.2).

Da der Autor dieser Arbeit in dem Auswahlverfahren der Umfänge, welche über den im Planungsstand *Werks-Konsi.punkt* genannten Umschlagpunkt laufen sollen, sehr stark eingebunden war, wird dieses Auswahlverfahren hier noch einmal näher ausgeführt.

¹¹³ eigene Darstellung

¹¹⁴ eigene Darstellung

Für das Auswahlverfahren wurden verschiedene Szenarien entworfen. Hinter den Szenarien stehen unterschiedliche Überlegungen. Da im ersten Schritt die Infrastruktur des Konsolidierungspunktes nur eine eingeschränkte Kapazität an abwickelbarem Volumen zulässt, mussten diese Szenarien erstellt werden.

Szenario 1:

Dieses Szenario beinhaltet Umfänge von Lieferanten aus dem Gebietsspeditionswesen, welche mehr als drei Abladestellen haben. Das Szenario wurde aus folgender Überlegung heraus entworfen: Durch die Herauslösung der Lieferanten mit vielen Abladestellen, reduziert sich die Durchlaufzeit für die restlichen Gebietsspeditionswe-sensumfänge.

Szenario 2:

Die Steuerung des Szenario 1 würde schwierig werden, da der Gebietsspediteur durch den Konsolidierungspunkt jeweils mindestens zwei Frachtträger schicken müsste, einen Frachtträger für den Konsolidierungspunkt und einen für die restlichen Werksumfänge. Aus diesem Grund wurde in Szenario 2 versucht durch die Auswahl eines gesamten Gebietes die Steuerung zu vereinfachen. Damit würde ein Gebietsspediteur nicht mehr zwei Anlieferpunkte haben, sondern nur mehr den Konsolidierungspunkt.

Szenario 3:

Da sich die Vorteile für das Werk bei Szenario 2 in Grenzen halten würden, und im ersten Schritt versucht werden soll, die Umfänge für die Konsolidierungsabwicklung zu identifizieren, welche die größten Prozessverbesserungen bringen, wurde das Szenario 3 entworfen. Hier wurden alle Komplettladungen, welche mehr als drei Abladestellen haben, und alle Gebietsspeditionsumfänge betrachtet. Aus dieser Menge an Lieferanten wurden diese herausgefiltert, welche das AKL als Abladestelle haben und dazu noch A09 oder C09. Diese Abladestellen bilden die drei kritischen Abladestellen, an denen Kapazitäten schon ziemlich ausgereizt sind. Dadurch kann der Druck von diesen Ladestellen genommen werden, da durch die Vorkonsolidierung weniger Restentladungen vorgenommen werden müssen und durch die höher ausgelasteten Frachtträger eine kürzere Regiezeit (Anstellen der Frachtträger, Öffnen und wieder Schließen der Plane, ...) resultiert. Die identifizierten Umfänge unterliegen noch keinem strukturelevanten Filter, welcher die Kapazitäten des Konsolidierungspunktes berücksichtigt.

Szenario 4:

Das Szenario 4 berücksichtigt diese Kapazitätsgrenzen. Im ersten Schritt können nur 21 ankommende Frachträger am Tag abgefertigt werden (Ermittlung der Kapazitätsgrenze siehe Anhang 15). Da das Szenario 3 mehr Frachträger beinhaltet, werden aus diesem noch Umfänge herausgestrichen, um auf die maximale Anzahl an Frachträger am Tag zu kommen. Herausgestrichen werden Lieferanten, welche „exotische“ Abladestellen haben. Dies sind Abladestellen mit sehr geringem Frachtaufkommen am Tag. Durch Herausnahme dieser Lieferanten können die Kosten für den kurzen Kreislauf ins Werk reduziert werden. Dieses Szenario stellt steuerungstechnisch hohe Ansprüche. An diesem Problem der Steuerung wird aktuell noch gearbeitet.

Der weitere Entwicklungspfad baut auf dem Szenario 4 und auf dem weiteren Planungsstand der Werklogistik Neckarsulm auf. Die Fläche bzw. die Infrastruktur des *Werks-Konsi.punktes* muss soweit ausgebaut werden, dass der im Zielkonzept beschriebene Leistungsumfang als gesamtes Paket in **einem** Standort gebündelt abgebildet werden kann. Ist die volle Funktionalität hergestellt, kann damit auch das Außenlager von den Cross Dock Prozessen profitieren. Alle weiteren Projekte sollten sich dann in diesem Standort vereinen. In einem weiteren Schritt müssen die internen Lagerstrukturen zurückgefahren werden. Ansonsten stellt der Cross Dock Prozess eine zusätzliche Handlingsstufe dar. Ziel ist die Bereitstellung vom Cross Dock aus direkt an den Verbauort. Dies bedingt jedoch eine hochfrequente Anlieferung im Fahrplankontakt. Durch die konzernweite Umstellung des NLK der Stufe 2 sollte dies jedoch sichergestellt werden. Auch der Frachträgerbezug bei Materialabruf wird durch die Migration des NLK der Stufe 2 gewährleistet.

5.4 Monetäre und qualitative Bewertungen

Um das Bild, welches durch diese Arbeit gezeigt wird, abzurunden, werden die Planungsszenarien in dem folgenden Kapitel bewertet und miteinander verglichen. Bewertet wird die IST Situation, der aktuelle Planungsstand der Werklogistik Neckarsulm sowie das Zielkonzept für den Standort Neckarsulm. Bei der IST Situation wird nur die Kostenstruktur aus der Sicht der externen Transportlogistik bewertet. Diese Bewertung bildet einen Vergleichswert für die anderen Konzepte. Die Bewertung der beiden anderen Konzepte erfolgt mithilfe des in Kapitel 4.6 vorgestellten Schemas.

5.4.1 Bewertung der Kosten der IST-Situation aus Sicht der externen Transportlogistik

In diesem Teil wird die IST Situation bewertet. Die Bewertung umfasst die Berechnung der Kosten aus Sicht der externen Transportlogistik. Eine ganzheitliche Bewertung der IST Situation ist wenig aussagekräftig, da es noch keinen Konsolidierungspunkt gibt und es daher auch nichts zu bewerten gibt. Die monetäre Bewertung soll als Vergleichsbasis für die folgenden Bewertungen dienen.

Für die Bewertung wird ein ausgewählter Umfang betrachtet. Der genaue Umfang ist im Mengengerüst dem Anhang 15 zu entnehmen. Dieses Mengengerüst enthält die Audi Neckarsulm Lieferströme für die KCC Abwicklung und die Lieferströme der *Werks-Konsi.punkt* Abwicklung mit dem zugrundeliegenden Szenario 4. Dieser Materialstromumfang wurde ausgewählt, da er einen Vergleich mit dem aktuellen Planungsstand möglich macht. Betrachtet wurde nur die Vollgutanlieferung. Leergutströme wurden also nicht in die Bewertung mit einbezogen. Ebenso wenig wurden die Pendelverkehre ins Werk bewertet.

Für die Berechnung des zu erwartenden Standgeldes sei hier noch die Vorgangsweise erklärt. Das LKW-Control logt für jeden abgefertigten Frachtträger dessen Durchlaufzeit mit. Aus den für jede Spedition hinterlegten Konditionen (standgeldfreie Zeit sowie Standgeldanspruch je angefangene halbe Stunde) errechnet das System ein sogenanntes Standgeldrisiko. Für jeden Transport besteht also die Möglichkeit der Abrechnung dieses Betrages durch den Spediteur. Untersuchungen ergaben eine Wahrscheinlichkeit von vierzig Prozent für die tatsächliche Einreichung von Standgeldforderungen. Für Komplettladungen kann dieses Standgeldrisiko direkt je Relation ausgewertet werden. Im Gebietspeditionswesen erfolgt die Auswertung je Gebietspediteur. Datengrundlage bildeten die ersten beiden Monate dieses Jahres. Bei Komplettladungsverkehren besteht zusätzlich die Möglichkeit, dem Frachtvertrag nachträglich noch Zusatzkosten für zusätzliche Abladestellen hinzuzufügen, welche der Spediteur abrechnen kann, falls er mehr Abladestellen anzufahren hat als vorher im Vertrag festgelegt.

Die Prämissen sowie die Berechnungsergebnisse sind dem Anhang 16 zu entnehmen (Grundlagen der Berechnung siehe Anhang 15).

5.4.2 Ganzheitliche Bewertung des aktuellen Planungsstandes und des Zielkonzeptes

Nach der Bewertung der IST Situation wird im Folgenden die Bewertung nach dem im Kapitel 4.6 beschriebenen Schema von zwei Planungsstufen (der aktueller Planungsstand der Werklogistik und das Zielkonzept) geschildert.

Für eine vollständige Bewertung fehlen noch Detailbewertungen von verschiedenen Teilbereichen, welche nicht in dieser Arbeit abgehandelt wurden. Diese Teilbereiche sind in dem ausgearbeiteten Schema orange hinterlegt. Die grün hinterlegten Teilbereiche hingegen wurden detailliert bewertet. Die Bewertung dieser ausgeklammerten Teilbereiche ist gerade Gegenstand einer weiteren wissenschaftlichen Arbeit, welche aktuell von der Werklogistik betreut wird. Diese betrachtet die Thematik nicht aus dem Blickwinkel der externen Transportlogistik, sondern aus der Sicht der werksinternen Logistik, und wird auf dieser Arbeit aufbauen.

Da die hier betrachteten Varianten nicht alle Funktionsmodule im Leistungsumfang beinhalten, diese aber im Bewertungsschema vorgesehen sind, werden die nicht-enthaltenen Leistungsumfänge mit derselben Note benotet, wie im Idealkonzept (quasi die höchstmögliche Note). Dadurch ist eine Vergleichbarkeit gegeben. Die Kosteneinsparungspotentiale werden bei diesen Varianten niedriger ausfallen als für eine Variante mit vollem Leistungsumfang.

Bewertung aktueller Planungsstand:

Das Ergebnis der Bewertung des aktuellen Planungsstandes ist aus dem Anhang 3 unter **Variante 3** zu entnehmen. Bewertet wurden wie oben bereits beschrieben die grün hinterlegten Kriterien. Die orange hinterlegten Kriterien wurden als so gegeben angenommen. Zur Notenvergabe gibt es noch einige Anmerkungen.

So bildet die durchschnittliche Benotung im Themengebiet Materialfluss die verschiedenen Standorte der Konsolidierungspunkte ab. Der Materialfluss sollte an einer Stelle gebündelt werden. Es sind auch nicht alle Umfänge in der aktuellen Planungsebene wie gewünscht umzusetzen. Die Benotung für den Informationsfluss fällt durch die vielen Schnittstellen eher mittelmäßig aus. Ebenso leidet die Transparenz durch die zerstückelten Projekte.

Für eine Bewertung der Frachtkosten von unterschiedlichen Standorten sei hier die beispielhafte Bewertung von des KCC Standortes in Kornwestheim verglichen mit

einem KCC Standort in Heilbronn. Die Kostenvorteile des Standortes Heilbronn sind im Anhang 14 für die unterschiedlichen Werke angeführt. Dieser Kostenvorteil resultiert in der Lieferantenstruktur. So liegt der Frachtschwerpunkt der KCC Gleichlieferanten kostengünstiger bei einem Standort des Konsolidierungspunktes in Heilbronn. Die Lieferantenstandorte sind in Anhang 17 grafisch dargestellt. Bei den rot dargestellten Lieferanten würde sich durch einen Standort in Heilbronn eine längere Wegstrecke ergeben als bei einem Standort in Kornwestheim. Bei den grün dargestellten Lieferanten ergibt sich eine kürzere Wegstrecke. Eine bessere Bewertung im Bereich der Frachtkosten würde durch eine Bündelung auf einen Standort noch möglich sein.

Wie sich die Kostenstruktur aus Sicht der externen Transportlogistik bei der Umsetzung des aktuellen Planungsszenarios entwickelt, ist dem Anhang 16 zu entnehmen.

Geographisch gesehen liegt das Planungsszenario bereits im bestmöglichen Bereich.

Vertragstechnisch sollten die Abstimmungen der Laufzeiten nicht aus den Augen verloren werden. Die separate Standzeitvergütung sowie eine Verringerung der Vertragspartner sollten bei weiteren Planungen auf der Agenda nicht fehlen.

Aus ökologischer Sicht sollten sich durch einen einheitlichen Standort die Bewertungen der kurzen Kreisläufe noch verbessern lassen. Auch bei den Hauptlaufpediteuren können durch eine vertragliche Bindung an schadstoffarme Frachtträger noch Reserven frei gemacht werden.

Bewertung Zielkonzept:

Das Ergebnis der Bewertung des aktuellen Planungsstandes ist dem Anhang 3 unter **Variante 2** zu entnehmen. Diese Bewertung berücksichtigt standortspezifische Einschränkungen zum Idealkonzept (als Variante 1 im Bewertungsschema angeführt).

Alle Abstriche sind auf die in Neckarsulm nicht umsetzbare direkte Werksnähe zurückzuführen. Die Kosten für den Shuntingbetrieb der Trailer werden durch die größere Wegstrecke höher. Die Route für den kurzen Kreislauf nutzt die öffentlichen Verkehrswege, und ist somit gewissen Risiken ausgesetzt. Die längere Wegstrecke hat auch ökologische Auswirkungen. Ansonsten ist ein Standort für einen werksnahen Konsolidierungspunkt sehr nahe am Idealkonzept abbildbar.

In Anhang 4 sind noch einmal die Bewertungsergebnisse der einzelnen Varianten grafisch aufbereitet.

6 Schlussfolgerung und Perspektive

Der VDA-Präsident Matthias Wissmann zeigte am 10. VDA-Logistikkongress in Wolfsburg im Februar 2011 die Rolle der Logistik für die Automobilindustrie deutlich auf:

*„für die Automobilindustrie ist die Logistik der Keilriemen der Lieferkette“, vor allem in der Wirtschafts- und Finanzkrise habe sich gezeigt, „wie wichtig stabile Kunden-Lieferanten-Beziehungen sind, um jederzeit und gemeinsam auf volatile Marktanforderungen reagieren zu können.“*¹¹⁵

In dieser Arbeit wurde ein kleiner Ausschnitt der Lieferkette betrachtet. Die Thematik werksnahe Konsolidierungspunkte bzw. Cross Docking wird von den Automobilherstellern unterschiedlich bewertet. So entwickelt General Motors Europe Konzepte zur Verringerung des Lageraufwandes in der Beschaffungslogistik ohne Cross Docking:

*„Es geht darum Crossdocking zu vermeiden und mehr Milk Runs vorzunehmen“, Jeffrey Morrison, Logistikmanager bei General Motors Europe*¹¹⁶

Bei BMW wird über eine stärkere Einbindung der LDL in den Beschaffungsprozess diskutiert:

*„wir sind im Augenblick in der Diskussion, ob wir den großen Dienstleistern noch mehr Aufgaben übertragen oder stattdessen die Leistungsabdeckung durch kleinere Dienstleister verbessern“, Klaus Friemann, Leiter Kontraktlogistik bei BMW*¹¹⁷

Der Autobauer Daimler setzt schon seit 2009 auf Cross Docking der Gebietsspeditionsumfänge für das Werk in Sindelfingen durch einen LDL.¹¹⁸ Daimler setzt weiters auf einen verbesserten Informationsfluss. So wird die IT Auftragsplattform erweitert, und die Disposition der Frachträger soll schon ab der Rampe vom Lieferanten und nicht erst ab dem Werkstor an erfolgen. Dazu soll der Fahrer die Packstücke selbst scannen und per Smartphone Informationen an das Warenwirtschaftssystem von Daimler senden.¹¹⁹

Der Volkswagen Konzern setzt, wie im NLK ersichtlich, verstärkt auf Cross Docking. Audi plant in Zukunft vermehrt mit Cross Docking zu arbeiten und der Verringerung der längerfristigen Lagerung in der Inbound-Logistik:

¹¹⁵ Wissmann M. (2011): Deutschland ist Logistik-Nation Nummer eins, 10. VDA-Logistikkongress, Wolfsburg

¹¹⁶ o.V. (2010): Wie Automobilhersteller ihre Strategien anpassen, Deutsche Logistik Zeitung, Ausgabe 23. November 2010

¹¹⁷ ebenda

¹¹⁸ vgl. Oldiges T. (2010): Cross Dock für Daimler Sindelfingen, LGI, <http://logistics.de/Cross-Dock-fuer-Daimler-Sindelfingen>

¹¹⁹ vgl. o.V. (2010): Wie Automobilhersteller ihre Strategien anpassen, Deutsche Logistik Zeitung, Ausgabe 23. November 2010

„alle Teile sollten schon beim Lieferanten einen Zeitstempel erhalten“, Jens Tilgner, Inbound-Logistikleiter bei Audi ¹²⁰

Mithilfe dieser Zeitstempel kann ein getakteter Materialfluss vom Lieferanten zum Verbauort erfolgen. Bei der Realisierung des NLK der Stufe 2 bilden multifunktionale werksnahe Konsolidierungspunkte einen äußerst wichtigen Baustein.

In dieser Arbeit wurden Beweggründe, für die Einsetzung solcher Bausteine in der Materiallogistik der Automobilindustrie aufgezeigt. Im Weiteren wurden die Anforderungen für die Installation eines werksnahen Konsolidierungspunktes, aus der Sicht der externen Transportlogistik, analysiert. Um verschiedene Planungsszenarien miteinander vergleichen zu können, wurde ein ganzheitliches Bewertungsschema vorgestellt. Von diesem Bewertungsschema wurde ein Idealkonzept für einen werksnahen Konsolidierungspunkt abgeleitet. Dieses Schema und das Idealkonzept wurden am Audi-Werk in Neckarsulm beispielhaft erläutert. Bewertet wurde der Entwicklungspfad ausgehend von der IST Situation hin zum Zielkonzept für den Audi-Standort Neckarsulm.

Ein ganz wichtiger Aspekt, welcher auch nach einer Planungsphase nicht außer Acht gelassen werden darf, bildet die dynamische Überplanung von Logistiknetzwerken.

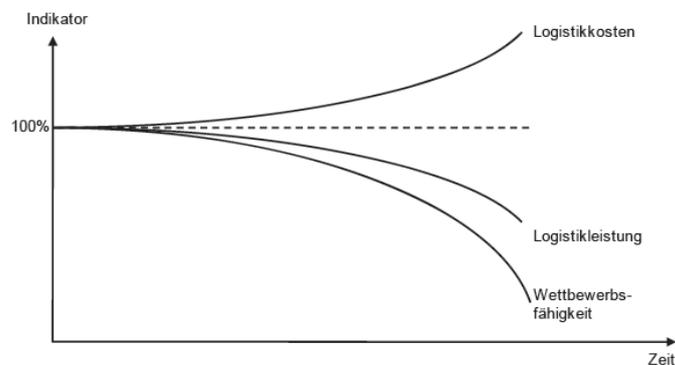


Abbildung 54: Logistikleistung von Logistiknetzwerken im Laufe der Zeit ¹²¹

Abbildung 54 stellt die Logistikleistung in einem logistischen System ohne dynamische Überplanung dar. Ein Netzwerk kann nicht dauerhaft optimiert werden oder ganzheitlich auf zukünftig zu erwartende Ereignisse und Entwicklungen ausgerichtet werden. Daher bedarf das Netzwerk einer stetigen Anpassung an neue Gegebenheiten, um die Vorteile eines werksnahen Konsolidierungspunktes voll ausschöpfen zu können.

¹²⁰ ebenda

¹²¹ Brauer K. / Groß W. / Wolff S. (2010): Flexibilität und Nachhaltigkeit – neue Herausforderungen im Supply Chain Design, in: Engelhardt-Nowitzki C. (Hrsg.) / Nowitzki O. (Hrsg.) / Zsifkovits H.(Hrsg.): Supply Chain Network Management: Gestaltungskonzepte und Stand der praktischen Anwendung, S. 55

Aus der Sicht der externen Transportlogistik werden anschließend noch einmal die wichtigsten Anforderungen herausgestrichen:

Sollte es gelingen durch die flächendeckende Einführung des NLK der Stufe 2 die Transparenz, mithilfe einer durchgehenden Sendungsverfolgung, im gesamten Materialfluss herstellen zu können, sowie eine hochfrequente Belieferung der Werke zu gewährleisten, kann durch werksnahe Konsolidierungspunkte die Verschlankung der Logistik- und der Lagerstrukturen erfolgen. Eine einmalige und additive Datenerfassung der Lieferinformationen, in einem gemeinsam nutzbaren einheitlichen System, würde eine beleglose Abwicklung ermöglichen.

Die vorgeschlagene separate Standzeitvergütung schafft Kostentransparenz und hilft eine verursachungsgerechte Optimierung voranzutreiben. Somit können Zeitfensterabstimmungen kostenoptimal gestaltet werden.

Die Modularisierung der Funktionsbausteine bei der vertraglichen Gestaltung, sowie die Trennung der Immobilie von den Leistungsumfängen, werden als einer der Kernpunkte für einen erfolgreichen Betrieb erachtet.

Alle in dieser Arbeit ausgeklammerten Punkte (Kosteneinsparungspotential im Werk) werden durch eine weitere wissenschaftliche Arbeit vonseiten der Werklogistik in Neckarsulm beleuchtet.

Abschließend sei noch eine aus ökologischer Sicht sehr gut gelungene Lösung für den kleinen Kreislauf bei Brown-Field Werken erwähnt. Bei dieser Lösung handelt es sich um die seit zehn Jahren im Einsatz stehende „CarGoTram“ in Dresden. Diese Straßenbahn versorgt vom Logistikcenter aus die gläserne Manufaktur. Mit einem Fassungsvermögen von 60 Tonnen bzw. 214 Kubikmeter je Tour bewältigt sie die Strecke von fünf Kilometer lärm- und emissionsarm. Weiters werden urbane Verkehrsbelastungen vermieden. Bilder zur CarGoTram siehe Anhang 18 und Anhang 19.¹²²

¹²² vgl. o.V. (o.J.): CarGoTram, Dresdner Verkehrsbetriebe AG, www.cargotram.de

Abkürzungsverzeichnis

A4/A6/A6/A8	Bezeichnungen für ein Fahrzeugmodell der AUDI AG
AG	Aktiengesellschaft
AKL	Automatisches Kleinteilelager
AP	Arbeitspaket
APS	Audi-Produktionssystem
bes.	besonders
BöHö	Böllinger Höfe (Gewerbe- und Industriegebiet Industriepark in HN)
bzw.	beziehungsweise
CKD	Completely Knocked Down
d.h.	das heißt
D4	Bezeichnung der aktuelle Baureihe des Fahrzeugmodelles A8
DIN	Deutsches Institut für Normung
EDI	Electronic Data Interchange
etc.	et cetera (lateinisch für „und so weiter“)
f	folgend
F&E	Forschung und Entwicklung
FAB	Feinabruf
ff	fortfolgend
FV	Fernverkehr
GIF	Gewerbe- und Industriegebiet Industriepark Bad Friedrichshall
GLT	Großladungsträger
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GSW	Gebietsspeditionswesen
h	Stunde(n)
HF	Handlungsfeld
HJ	Halbjahr
HL	Hauptlauf
HN	Heilbronn
Hrsg.	Herausgeber
IML	Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik in Dortmund
IT	Informationstechnologie
JIS	Just In Sequence
JIT	Just In Time

KCC	Konzern Consolidation Center
KL	Komplettladung
KLT	Kleinladungsträger
km	Kilometer
KW	Kalenderwoche
LAB	Lieferabruf
LDL	Logistikdienstleister
LG	Leergut
LKW	Lastkraftwagen
LXD	Lieferantennahes Cross Dock
n.i.O.	nicht in Ordnung
NL	Nachlauf
NLK	Neues Logistikkonzept
NV	Nahverkehr
o.J.	ohne Erscheinungsjahr
o.V.	ohne Verfasser
OEM	Original Equipment Manufacturer
R8	Bezeichnung für ein Fahrzeugmodell der AUDI AG
RS4/RS6	Bezeichnungen für ein Fahrzeugmodell der AUDI AG
S.	Seite
S.p.A.	Società per Azioni (italienisch für Aktiengesellschaft)
S6/S8	Bezeichnungen für ein Fahrzeugmodell der AUDI AG
SPAB	Sequenzierungsabruf
tkm	Tonnenkilometer
TPS	Toyota-Produktionssystem
TY	Trailer Yard
VDA	Verband der Deutschen Automobilindustrie
VG	Vollgut
vgl.	vergleiche
vs.	versus
VW	Volkswagen
WXD	Werksnahes Cross Dock
XD	Cross Dock
z.B.	zum Beispiel

Literaturverzeichnis

Bücher und Sammelwerke:

BAUMGARTEN H. (2010): Das Beste der Logistik: Innovationen, Strategien, Umsetzungen, Springer Verlag, ISBN: 978-3-540-78404-3

BECKER H. (2010): Darwins Gesetz in der Automobilindustrie: Warum deutsche Hersteller zu den Gewinnern zählen, Springer Verlag, ISBN: 978-3-642-12084-8

BRETZKE W. (2008): Logistische Netzwerke, Springer Verlag, ISBN: 978-3-642-05486-0

ENGELHARDT-NOWITZKI C. / NOWITZKI O. / ZSIFKOVITS H. (2010): Supply Chain Network Management: Gestaltungskonzepte und Stand der praktischen Anwendung, Gabler Verlag, ISBN: 978-3-834-92434-6

GEHR F. / HELLINGRATH B. (2006): Logistik in der Automobilindustrie: Innovatives Supply Chain Management für wettbewerbsfähige Zulieferstrukturen, Springer Verlag, ISBN: 978-3-540-14045-0

GLEISSNER H. / FEMERLING J. (2007): Logistik: Grundlagen- Übungen- Fallbeispiele, Gabler Verlag, ISBN: 978-3-834-90296-2

GÖPFERT I. (2009): Logistik der Zukunft: Logistics for the Future, Gabler Verlag, ISBN: 978-3-409-33311-5

GÜNTHER H. / MATTFELD D. / SUHL L. (2007): Management logistischer Netzwerke: Entscheidungsunterstützung, Informationssysteme und OR-Tools, Physica Verlag, ISBN: 978-3-7908-1920-5

GÜNTHER W. (2007): Neue Wege in der Automobillogistik: Die Vision der Supra-Adaptivität, Springer Verlag, ISBN: 978-3-540-72404-9

KLUG F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, Springer Verlag, ISBN: 978-3-642-05292-7

LIKER J. (2004): The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer, McGraw-Hill Professional Verlag, ISBN: 978-0-071-39231-0

LITKE H.D. (2004): Projektmanagement – Methoden, Techniken, Verhaltensweisen. Evolutionäres Projektmanagement, Hanser Wirtschaft, ISBN: 978-3-446-22699-9

TEN HOMPEL M. / HEIDENBLUT V. (2006): Taschenlexikon Logistik: Abkürzungen Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik, Springer Verlag, ISBN: 978-3-540-75661-3

TEN HOMPEL M. / SCHMIDT T. (2010): Warehouse Management: Automatisierung und Organisation von Lager- und Kommissioniersystemen, Springer Verlag, ISBN: 978-3-642-03184-7

WINTER F. (2008): Logistik im Zwischenwerksverkehr: Eine systemorientierte Analyse, Gabler Verlag, ISBN: 978-3-834-91283-1

Elektronische Quellen:

AUTOBILD (2010): Tops und Flops Dauertest, autobild.de,
<http://www.autobild.de/bilder/tops-und-flops-dauertest-1015184.html> (Stand: 08.02.2011)

KRIEGER W. (o.J.): Gabler Wirtschaftslexikon, Gabler Verlag (Herausgeber), Stichwort: Transport, online im Internet:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/83378/transport-v5.html> (Stand: 22.12.2010)

o.V. (2002): AUDI AG Neckarsulm plant, Audi World
<http://www.audiworld.com/news/02/neckarsulm> (Stand 14.02.2011)

o.V. (2010): Güterstraßenbahn CarGoTram von Volkswagen fährt seit zehn Jahren durch Dresden, billiger-autofahren24.de
<http://www.billiger-autofahren24.de/2010/11/guterstrasenbahn-cargotram-von-volkswagen-fahrt-seit-zehn-jahren-durch-dresden/> (Stand 14.03.2011)

o.V. (o.J.) Audi Kommunikationsverzeichnis OE-Kurzdarstellung, I/PL-62,
<http://audi-mynet.web.audi.vwg> (Stand: 13.12.2010)

o.V. (o.J.): Audi Geschäftsbericht 2009 (10.02.2010), AUDI AG,
http://www.audi.de/etc/medialib/ngw/company/investor_relations/pdf/finanzberichte/Geschaeftsberichte_2009.Par.0020.File.pdf/audi_gb_2009_de.pdf (Stand: 13.12.2010)

o.V. (o.J.): Audi Kommunikationsverzeichnis OE-Kurzdarstellung, I/PL-6,
<http://audi-mynet.web.audi.vwg> (Stand: 13.12.2010)

- o.V.** (o.J.): CarGoTram, Dresdner Verkehrsbetriebe AG,
<http://www.cargotram.de> (Stand: 14.03.2011)
- o.V.** (o.J.): Elektroschlepper R07, STILL Deutschland
<http://www.still.de/1131+M534a25ac42b.0.43.html> (Stand 14.03.2011)
- o.V.** (o.J.): Emissionen - Allgemeine Umweltfakten, DB Schenker
http://www.dbschenker.com/site/logistics/dbschenker/com/de/umwelt/daten__fakten/allgemein/allgemein.html (Stand 07.03.2011)
- o.V.** (o.J.): Informationen in Sachen Umwelt, AUDI AG
http://www.audi.de/de/brand/de/unternehmen/nachhaltigkeit/co2_informationen.html (Stand 07.03.2011)
- o.V.** (o.J.): Orientierungsplan Werk Neckarsulm, VOLKSWAGEN AG,
http://www.vwgroupsupply.com/b2b/etc/medialib/vwb2b_folder/supply2public/mp_l_documents.Par.0004.File.pdf/werksplan_audi_neckarsulm.pdf (Stand: 13.12.2010)
- o.V.** (o.J.): Produktionsstandorte – Neckarsulm im Überblick, AUDI AG,
<http://www.audi.de/de/brand/de/unternehmen/produktionsstandorte.html#source=http://www.audi.de/de/brand/de/unternehmen/produktionsstandorte/neckarsulm.html&container=page> (Stand 22.12.2010)
- o.V.** (o.J.): Produktionsstandorte, VOLKSWAGEN AG,
http://www.volkswagenag.com/vwag/vwcorp/content/de/the_group/production_plants.html (Stand 24.01.2011)
- o.V.** (o.J.): Shaking Hands, Resource Select Group
<http://www.resourceselectgroup.com/admin/userfiles/image/Shaking-Hands.jpg>
(Stand 06.03.2011)
- OLDIGES T.** (2010): Cross Dock für Daimler Sindelfingen, LGI
<http://logistics.de/Cross-Dock-fuer-Daimler-Sindelfingen> (Stand 14.03.2011)

Zeitschriftenaufsätzen, Zeitungsartikeln oder Broschüren

- FREITAG M. / STUDENT D.** (2010): Ist VW noch zu steuern? Ein Konzern rotiert, in: Manager Magazin, Nr. 11
- KRANKE A.** (2010): So ermitteln Sie den CO₂-Fußabdruck, Verkehrsrundschau, Ausgabe 51-52/2010

o.V. (2010): NLK – Neues Logistikkonzept - Der Beitrag der Logistik zum Konzernproduktionssystem, in: NLK Broschüre, VOLKSWAGEN AG

o.V. (2010): Wie Automobilhersteller ihre Strategien anpassen, Deutsche Logistik Zeitung, Ausgabe 23. November 2010

STIEGLITZ A. (1999): Die Reorganisation handelslogistischer Versorgungsketten. Einflussfaktoren und Instrumente, Bundesvereinigung Logistik, Band 42

VDA (2008): VDA Auto Jahresbericht 2008, Verband der Automobilindustrie (Hrsg.), Frankfurt am Main

VDA (2008): VDA-Empfehlung 5010 – Standardbelieferungsformen der Logistik in der Automobilindustrie, Verband der Automobilindustrie (Hrsg.), Frankfurt am Main

Interne Quellen:

ACKERHANS S. (2009): Lastenheft – Montage AKL am Standort Neckarsulm, Lastenheft der AUDI AG, Neckarsulm

AUDI AG (2008): Das Audi Produktionssystem – Handbuch, Internes Dokument der AUDI AG, Ingolstadt

AUDI AG (2010): Lieferantenhandbuch NLK: Stand: 26.07.2010, Internes Dokument der VOLKSWAGEN AG, Ingolstadt

BAUMUNG J. / RÜHL S. (o.J.): Abteilungspräsentation N/PL-62, Internes Dokument der AUDI AG, Neckarsulm

FUCHS A. (2008): Migrationsstrategie eines externen Logistikzentrums mit konventionellem Lager zu einem idealen Cross Dock am Beispiel des GVZ II der AUDI AG Ingolstadt, Interne Diplomarbeit der AUDI AG, Ingolstadt

GOEDICKE I. (2010): Modulbeschreibung – Cross Docking, Version 1.1, Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für Verkehrssysteme und -logistik

HAUER L. (2011): Neuausschreibung KCC Süd – Lieferantenauswahl und Synergiepotential, Internes Dokument der AUDI AG, Neckarsulm

NLK STUFE 2 PROJEKTEAM HF3 (2010): HF3 Teamsitzung vom 12. Oktober 2010, Internes Dokument der VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg

NLK STUFE 2 PROJEKTEAM HF3 (2010): Workshop HF3 AP2/AP4 vom 28. Oktober 2010, Internes Dokument der VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg

STEIN M. (o.J.): Zukunft der Automobil-Logistik bei der VOLKSWAGEN AG, Internes Dokument der Volkswagen Logistics, Wolfsburg

Anhang



Anhang 1: Prototyp Fächerwagen für AKL¹²³



Anhang 2: Interne Schleppzug-Verkehre¹²⁴

¹²³ Ackerhans S. (2009): Lastenheft – Montage AKL am Standort Neckarsulm, S. 90

¹²⁴ Klug F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie: Grundlagen der Logistik im Automobilbau, S. 185

Ganzheitliches Bewertungsschema werksnahe Konsolidierungspunkte

Bewertungskriterien	k.O Kriterium*	Gewichtung	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Prozessspezifische Anforderungen:		30%	1,0	1,0	2,2
<i>Materialfluss-Prozess</i>					
Funktionsmodul: Cross Dock - Anzahl der Be-/Entladungsmöglichkeiten - Größe der Sortier-, Umschlags- und Kommissionierfläche - Be-/Entladungsschema (Seiten-/Heckentladung) - Automatisierungsgrad der Cross Dock Anlage - Halle Gesamteindruck (Tor-/Hallenhöhe, Bodenbelag, Alter) - Empfängerbezogene Verpackung vom Lieferanten	ja	30%	1	1	3
Funktionsmodul: Trailer Yard - Ausreichend Fläche für Trailer Yard - Trailer Yard direkt vor Ort - Anzahl fwer bzw. verfügbarer Trailer im Kreislauf		10%	1	1	3
Funktionsmodul: Lager		10%	1	1	1
Funktionsmodul: AKL		8%	1	1	1
Funktionsmodul: Supermarkt		7%	1	1	1
Funktionsmodul: CKD Abwicklung		5%	1	1	1
Alle gewünschten Umfänge abbildbar	ja		1	1	4
<i>Informationsfluss-Prozess</i>					
Funktionsmodul: Cross Dock - Generierung von Statusmeldungen während der Abwicklung - Zusteuerslogik der Inbound-LKW (Materialabruf) - Steuerungslgik der kurzen Kreisläufe (Fahrplangestaltung) - Steuerung der Dockbelegung (Zeitfenstersteuerung)	ja	7%	1	1	3
Funktionsmodul: Trailer Yard - Trailersteuerung - Statuserfassung der Trailer		5%	1	1	2
Funktionsmodul: Lager		2%	1	1	1
Funktionsmodul: AKL		2%	1	1	1
Funktionsmodul: Supermarkt		3%	1	1	1
Funktionsmodul: CKD Abwicklung		2%	1	1	1
LDL nutzt Konzernsysteme (Singularität der Systeme)		5%	1	1	3
Transparenz der Informationsfluss-Prozesse (Notfallkonzept)		2%	1	1	3
Kennzahlensystem für Qualitätsmanagement		2%	1	1	2
Ökonomische Anforderungen		25%	1,8	1,9	2,7
<i>Externe Kostenstruktur</i>					
Frachtkosten		15%	2	2	3
Transportfrequenz		5%	1	1	3
<i>Kostenstruktur im Konsolidierungspunkt</i>					
Kosten für Infrastruktur (Halle sowie IT)		10%	2	2	3
Funktionsmodul: Cross Dock - Kosten für den Umschlag - Kosten für Buchungen - Kosten für Umverpacken		9%	2	2	2
Funktionsmodul: Trailer Yard - Kosten für Trailermiete - Kosten für Shuntingbetrieb		8%	2	3	3
Funktionsmodul: Lager		7%	2	2	2
Funktionsmodul: AKL		5%	2	2	2
Funktionsmodul: Supermarkt		3%	2	2	2
Funktionsmodul: CKD Abwicklung		3%	2	2	2
<i>Werkspezifische Einsparungsstruktur</i>					
Handlungsaufwandsreduzierung - bei der LKW Steuerung - beim Umpacken - bei der Bereitstellung - bei interne Verbringungen		10%	2	2	3
Reduzierung des Buchungsaufwandes		8%	1	1	3
Reduzierung der Standgebühren		7%	1	1	2
Lagerstrukturreduzierung - Gebundene Bestände (Teilebestände, Behälterbestände) - Freierwende Logistikfläche im Werk		6%	2	2	4
Transportprozessberuhigung im Werk - Reduzierung der LKW im Werk - Reduzierung der Ø Anzahl der Abladestellen je LKW - Reduzierung der Ø Durchlaufzeit je LKW - Kapazitätsgewinn je Abladestelle		4%	2	2	3
Geographische Anforderungen		20%	1,0	2,4	2,4
Werksnähe (im Umkreis von 10 km vom Werk)	ja	50%	1	3	3
Bahnanbindung		20%	1	2	2
Route für kurzen Kreislauf		15%	1	2	2
Standort in Industrie- / Gewerbegebiet		10%	1	1	1
Autobahnnahe		5%	1	1	1
Vertragsspezifische Anforderungen		15%	1,1	1,1	2,6
Modularisierung der Funktionen		25%	1	1	2
Betreibermodell - Infrastruktur und Funktionsmodule getrennt - Ramp Up Kostenumlage - Bonus-Malus-Regelung (Steuerungsfunktion: Prozessstabilität)	ja	25%	1	1	2
Vertragslaufzeiten abgestimmt		20%	1	1	3
Steigerungen der Umfänge abbildbar		15%	1	1	2
Separate Standzeitvergütung		10%	1	1	5
Anzahl unterschiedlicher Vertragspartner		5%	2	2	4
Ökologische Anforderungen		10%	2,0	2,4	3,6
CO2 Fußabdruck der Hauptläufe		40%	2	2	3
CO2 Fußabdruck des kurzen Kreislaufes		35%	2	3	4
CO2 Fußabdruck der Infrastruktur - Verkehrsträger Schiene nutzbar - "grüne" interne Flurfördergeräte - Photovoltaikanlage auf dem Dach - Wärmedämmung der Halle - Sonstige ökologische Massnahmen		25%	2	2	4
Ganzheitliche Bewertung			1,3	1,6	2,5

Variante 1 ... Idealkonzept
 Variante 2 ... Zielkonzept Audi Neckarsulm
 Variante 3 ... Planungsstand N/PN-6

- Bewertungsskala:**
- 1 Bestnote
 - 2 Abstufung zur Bestnote
 - 3 Durchschnitt
 - 4 Abstufung vom Durchschnitt
 - 5 Technisch n.i.O.

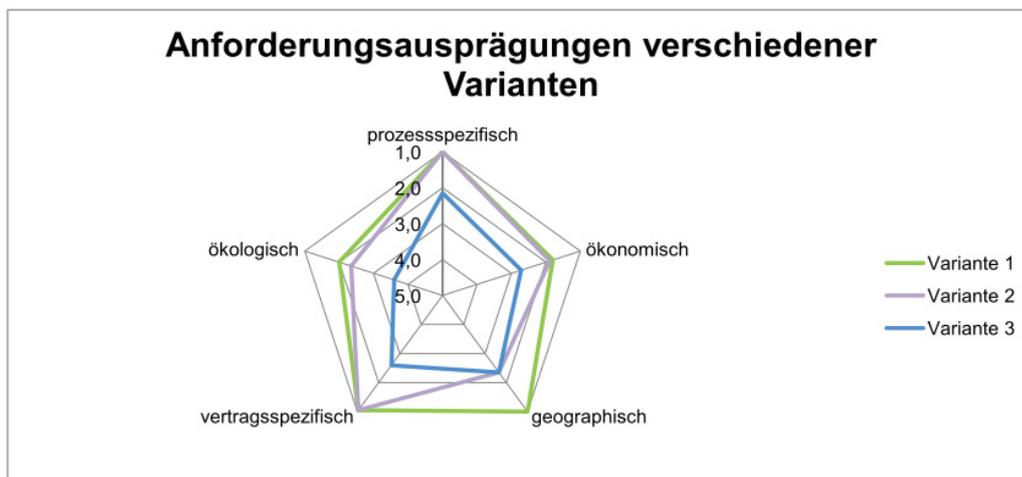
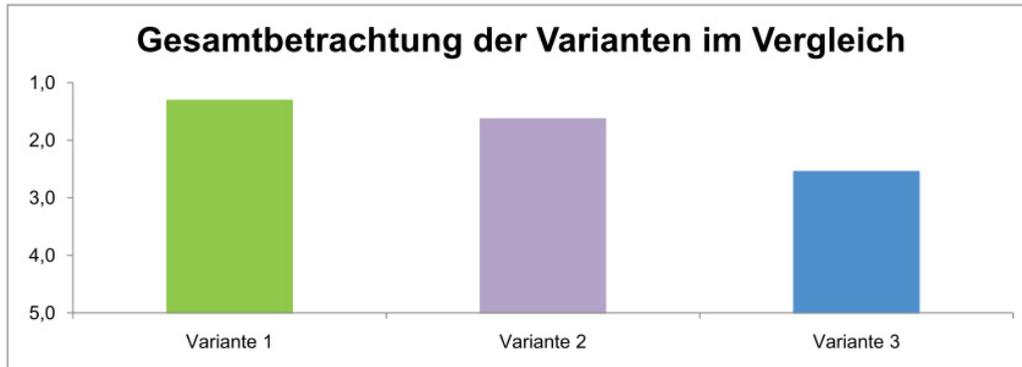
* Darf nicht "technisch n.i.O." sein

Anhang 3: Ganzheitliches Bewertungsschema ¹²⁵

¹²⁵ eigene Darstellung, erstellt mithilfe Microsoft Excel 2007

Ganzheitliches Bewertungsschema werksnahe Konsolidierungspunkte

Spalte1	Variante 1	Variante 2	Variante 3
prozessspezifisch	1,0	1,0	2,2
ökonomisch	1,8	1,9	2,7
geographisch	1,0	2,4	2,4
vertragsspezifisch	1,1	1,1	2,6
ökologisch	2,0	2,4	3,6
Gesamtbetrachtung	1,3	1,6	2,5



Anhang 4: Ergebnisvisualisierung des ganzheitlichen Bewertungsschemas ¹²⁶

¹²⁶ eigene Darstellung, erstellt mithilfe Microsoft Excel 2007

LKW-Typ (nach zGG in Tonnen)	maximale Nutzlast (t)	Energieverbrauch (EV) in Liter Diesel je 100 km			
		EV _{voll} (Nutzlast = max) ¹		EV _{leer} (Nutzlast = 0) ²	
		Euro 3	Euro 5 ³	Euro 3	Euro 5 ³
Transporter/Vans 					
2,1-Tonner (Van ⁴)	0,5	6,9	6,5	5,5	5,4
2,1-Tonner (Van CNG)	0,5	–	5,6 ³	–	4,6 ³
2,8-Tonner ⁶	0,8	8,9	8,5	7,1	7,5
3,5-Tonner ⁶	1,2	11,6	10,5	9,0	9,0
3,5-Tonner CNG ⁶	1,1	–	9,2 ³	–	7,2 ³
5,0-Tonner ⁶	2,5	12,3	12,0	9,5	9,5
LKW/Transporter + Anhänger  					
2,8-Tonner (LKW)	2,5	12,1	11,8	9,7	9,5
3,5-Tonner (LKW)	3,2	13,9	12,8	10,8	10,0
5,0-Tonner (Transporter)	4,5	15,7	15,9	12,2	12,3
7,5-Tonner (LKW)	7,0	19,4	20,0	15,5	15,7
7,5-Tonner (Sattelkombi)	7,0	15,4	15,4 ⁵	12,0	12,0 ⁵
Solo-LKW  					
3,5-Tonner	1,3	12,4	12,4 ⁵	9,7	9,7 ⁵
5,0-Tonner	2,4	12,3	12,3 ⁵	10,1	10,1 ⁵
7,5-Tonner	4,0	16,2	16,2 ⁵	13,0	13,0 ⁵
7,5-Tonner (vollelektrisch)	3,5	–	60,0 ⁷	–	40,0 ⁷
12-Tonner	6,5	19,6	19,6 ⁵	15,7	15,7 ⁵
18-Tonner (180-250 PS)	9,0	23,8	24,0	17,6	17,8
18-Tonner (bis 310 PS)	8,9	28,9	29,2	18,9	19,1
26-Tonner (Dreiaxser)	17,0	30,3	30,3	19,7	19,7
Sattelzug-Kombination  					
26-Tonner	15,0	27,1	27,1	19,0	19,0
32-Tonner	20,0	31,8	31,8	21,6	21,6
32-Tonner CNG (270 PS)	20,0	–	21,4 ³	–	14,8 ³
40-Tonner (bis 400 PS)	25,0	31,4	31,7	21,3	21,5
40-Tonner (410-460 PS)	25,0	32,5	32,6	22,0	22,0
40-Tonner (460-480 PS)	25,0	32,8	31,5	22,2	21,3
40-Tonner (500-600 PS)	24,0	34,5	32,8	23,4	22,2
40-Tonner (über 601 PS)	24,0	34,9	35,2	23,7	23,9
Lang-LKW (25,25 m, 40 t) ⁸	20,0	–	36,0	–	24,5
Lang-LKW (25,25 m, 50 t) ⁸	30,0	–	46,8	–	24,7
Lang-LKW (25,25 m, 60 t) ⁸	40,0	–	49,1	–	26,4

¹ Ergebnisse LKW-Tests der VerkehrsRundschau 1999 bis 2010; in allen Fahrzeugkategorien wird versucht, die Teststrecke auf den realen Einsatz der Fahrzeuge abzustimmen (Fernverkehr mit überwiegendem BAB-Anteil, Vorrat mit entsprechend hohem Stadtanteil, etc.). Die Fahrgeschwindigkeiten betragen bei den LKW 85 km/h auf der Autobahn und 65 km/h auf der Landstraße (+ 5 km/h Schwungspitzen bergab). Bei Transportern beträgt die Fahrgeschwindigkeit 130 km/h auf der Autobahn, 100 km/h auf der Landstraße, 50 km/h Stadt. Die LKW-Außbauten und -Anhänger haben Pflaster oder Koffer.
² Schätzungen basierend auf LKW-Tests der VerkehrsRundschau 1999 bis 2010. ³ Verbrauch in kg CNG. ⁴ z.B. Caddy Maxi. ⁵ Euro 4. ⁶ z.B. Mercedes Sprinter.
⁷ Kilowattstunden Strom pro 100 km, vollelektrisches UPS-Auslieferfahrzeug (P80-E), Daten laut UPS, kein Test durch VerkehrsRundschau. ⁸ Verbrauchswerte auf Basis von VR-Testfahrten, jedoch nicht im normierten Testzyklus der VerkehrsRundschau. ⁹ AdBlue-Verbrauch bei Euro-5-Fahrzeugen beträgt im Durchschnitt 2-5 Prozent vom Dieselpilzverbrauch; CO₂-Emission je Liter AdBlue: 258 g CO₂ pro 100 km. Abkürzungen: zGG = zulässiges Gesamtgewicht; t = Tonnen; m = Meter; km = Kilometer.

Anhang 5: Energieverbrauch bei LKW-Transporten ¹²⁷

¹²⁷ Kranke A. (2010): So ermitteln Sie den CO₂-Fußabdruck, VerkehrsRundschau, Ausgabe 51-52/2010

BERECHNUNG VON CO₂-EMISSIONEN

Formel 1:

$$\text{CO}_2\text{-Emission}_{\text{NL-Itz}} = \text{EV}_{\text{NL-Itz}} \cdot \text{CO}_2\text{-Faktor} \quad \left[\frac{\text{kg CO}_2}{100 \text{ km}} \right]$$

Formel 2:

$$\text{Energieverbrauch}_{\text{NL-Itz}} = \text{EV}_{\text{I00r}} + (\text{EV}_{\text{vol}} - \text{EV}_{\text{I00r}}) \cdot \frac{\text{NL}_{\text{Itz}}}{\text{NL}_{\text{max}}} \quad \left[\frac{\text{Liter Kraftstoff}}{100 \text{ km}} \right]$$

EV = Energieverbrauch; NL = Nutzlast; NL_{Itz} = tatsächliche LKW-Zuladung in Tonnen (t); NL_{max} = maximale Nutzlast in Tonnen (t)

Anhang 6: Berechnung von CO₂-Emissionen ¹²⁸

	CO ₂ -Faktor ³	CO ₂ -Faktor ³ mit Vorproduktion	CO ₂ e-Faktor ^{3,5}	CO ₂ e-Faktor ^{3,5} mit Vorproduktion
Diesel	2,629 kg/l	3,138 kg/l	2,665 kg/l	3,174 kg/l
Diesel (mit Bio)⁴	2,621 kg/l	3,034 kg/l	2,657 kg/l	3,069 kg/l
Biodiesel⁶	2,501 kg/l	1,728 kg/l	2,533 kg/l	1,760 kg/l
Benzin	2,362 kg/l	2,764 kg/l	2,379 kg/l	2,781 kg/l
CNG⁷	2,540 kg/kg	3,171 kg/kg	2,597 kg/kg	3,229 kg/kg

¹ Die Werte in der Tabelle geben an, wie viel Kilogramm CO₂ bei der Verbrennung von einem Liter Kraftstoff freigesetzt werden. ² Für 1 Kilogramm Erdgas (CNG).
³ CO₂e steht für Kohlendioxid-Äquivalent, bei diesen Werten kann es je nach Motortyp leichte Abweichungen geben. ⁴ Diesel mit Beimischung von 7 Prozent Biodiesel.
⁵ Der CO₂-Anteil im Kraftstoff hängt immer von der Dichte und Zusammensetzung (Verhältnis von C- zu H- zu O-Atomen) ab. Deshalb existieren in der Literatur leicht unterschiedliche Umrechnungswerte, die sich aber nur in der zweiten und dritten Nachkommastelle unterscheiden (z.B. bei Diesel 2,600). Bei CNG kann es noch größere Abweichungen geben. ⁶ Bei Biodiesel ist in der Vorproduktion gleichzeitig der Bonus des Verbrennens von biogenem CO₂ mit eingerechnet.

Anhang 7: CO₂-Umrechnungsfaktoren für Kraftstoffe ¹²⁹

¹²⁸ ebenda

¹²⁹ ebenda

Die Suche nach der mindestens notwendigen Anzahl Entladetore kann wie folgt beschrieben werden. Dabei wird eine feste Zuordnung jeweils eines Lkw zu einem Tor berücksichtigt.

Mit $t=0, \dots, T$ wird die Menge der Zeitperioden bezeichnet. $l=1, \dots, L$ steht stellvertretend für die Menge der Lkw, die zu Beginn einer Zeitscheibe ankommen können. G bezeichnet die Menge möglicher Tore. Der Inputparameter $a_{t,l}$ bezeichnet dann die Anzahl neuer Paletten eines Lkw l zu Beginn der Periode t . Die Entladeleistung je Zeitperiode t an einem Tor ist mit \bar{a} beschrieben. Über die Variable $x_{t,g} \geq 0$ wird die Anzahl noch zu entladender Paletten an einem konkreten Tor g zu Beginn der Periode t ausgedrückt, die keine Werte kleiner 0 annehmen darf, da nicht vorgearbeitet werden kann. Mit $y_{t,l,g} \in \{0, 1\}$ wird die eindeutige Zuordnung eines Lkw l zu genau einem Tor g zu Beginn der Periode t gesteuert. Die Variable $z_g \in \{0, 1\}$ zeigt an, ob ein Tor in einer der vorhandenen Zeitperioden genutzt wird.

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_g z_g \\ & \sum_g y_{t,l,g} = 1 \quad \forall t \quad \forall l \\ & x_{t,g} + \sum_l (a_{t,l} * y_{t,l,g}) - \bar{a} \leq x_{t+1,g} \quad \forall g = 1, \dots, G \quad \forall t = 0, \dots, T-1 \\ & x_{T,g} + \sum_l (a_{T,l} * y_{T,l,g}) - \bar{a} \leq 0 \\ & \sum_l y_{t,l,g} \leq L * z_g \quad \forall t \quad \forall G \end{aligned}$$

Über die Zielfunktion des mathematischen Optimierungsmodells wird die Anzahl der insgesamt genutzten bzw. benötigten Tore minimiert.

Die erste Nebenbedingung besagt, dass jeder Lkw, der zu Beginn einer Zeitscheibe t ankommt, auch genau einem Tor g zugeordnet wird. Die zweite NB stellt für jedes Tor sicher, dass die noch nicht bearbeiteten HE zu Beginn einer Zeitperiode $t+1$ sich ergeben aus:

- den noch nicht bearbeiteten HE an diesem Tor zu Beginn der Zeitperiode t ,
- zuzüglich der neu hinzukommenden HE an diesem Tor (gemäß vorgenommener Lkw-Tor-Zuordnung), und
- abzüglich der gegebenen Torleistung für eine Zeitperiode.

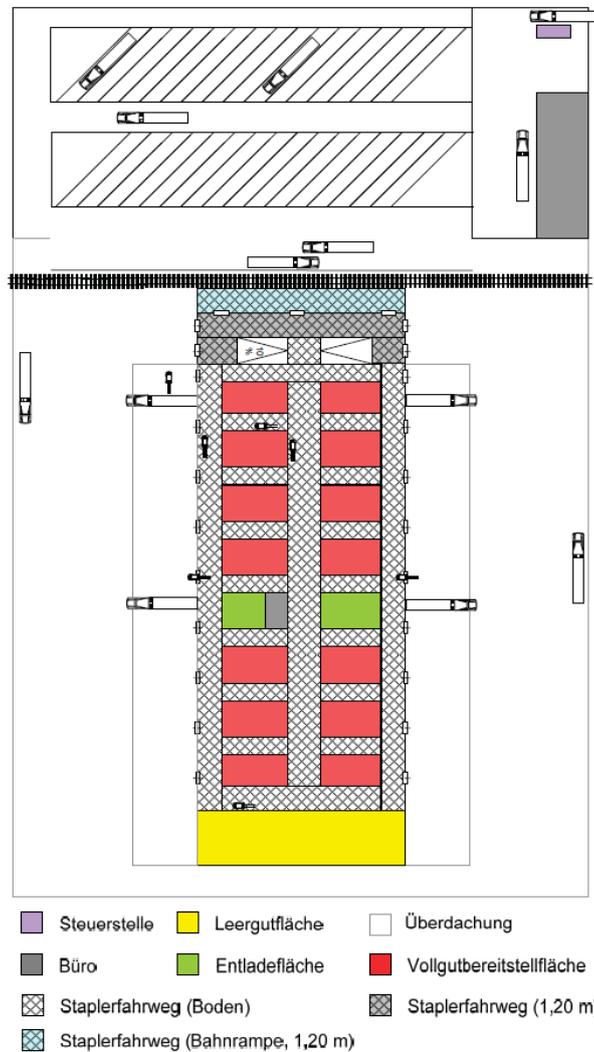
Die dritte NB besagt analog zur zweiten NB, dass in der letzten Periode alle HE an allen Toren abgearbeitet sein müssen ($=0$). Die vierte und letzte NB zeigt an, bzw. regelt, ob ein Tor g im Verlauf der Zeitperioden von mindestens einem Lkw genutzt wird. Ist dies der Fall, so erhöht sich der Zielfunktion entsprechend die Anzahl der genutzten Tore um jeweils 1.

Anhang 8: Bestimmung der Toranzahl einer Cross Dock Anlage ¹³⁰

¹³⁰ Goedicke I. (2010): Modulbeschreibung – Cross Docking, Version 1.1, Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für Verkehrssysteme und -logistik, S. 26f



Anhang 9: Elektroschlepper ¹³¹

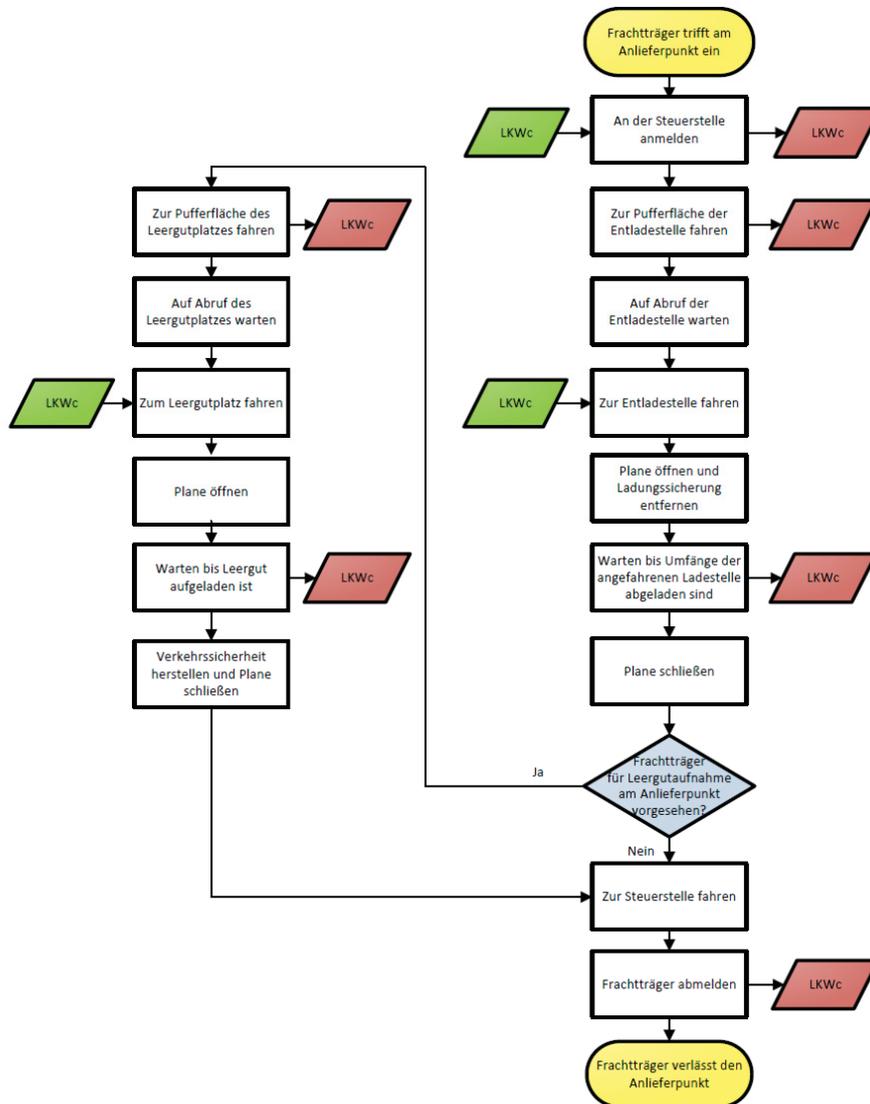


Anhang 10: Layoutvorschlag für Funktionsmodul Cross Dock ¹³²

¹³¹ o.V. (o.J.): Elektroschlepper R07, STILL Deutschland
<http://www.still.de/1131+M534a25ac42b.0.43.html> (Stand 14.03.2011)

¹³² Goedicke I. (2010): Modulbeschreibung – Cross Docking, Version 1.1, Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für Verkehrssysteme und –logistik, S. 41

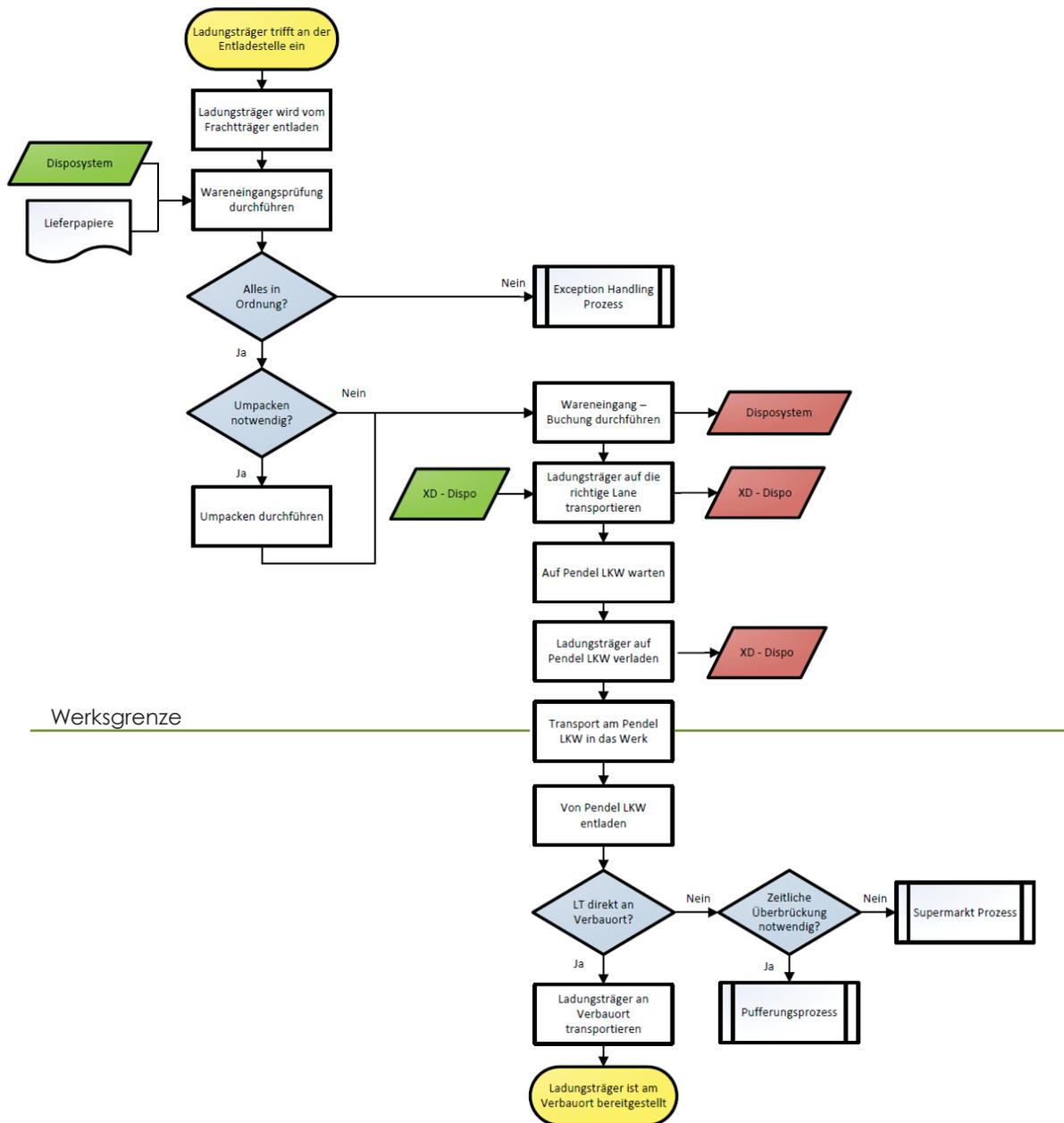
Materialfluss aus Frachttträger-Sicht: (IDEAL Cross Dock)



Anhang 11: Materialfluss aus Frachttträger-Sicht (Ideal Cross Dock) ¹³³

¹³³ eigene Darstellung, erstellt mithilfe Microsoft Visio 2007

Materialfluss aus Ladungsträger-Sicht: (IDEAL Cross Dock)



Anhang 12: Materialfluss aus Ladungsträger-Sicht (Ideal Cross Dock) ¹³⁴

¹³⁴ eigene Darstellung, erstellt mithilfe Microsoft Visio 2007

Synergieberechnung KCC Süd

Maximales Synergie-Potential durch Sendungsbündelung

- ▶ Durch Volumenbündelung der **Gleichlieferanten** ergeben sich folgende Frachtkosteneinsparungen pro Monat (bei mindestens gleicher oder höherer Frequenz, richtet sich nach maximaler Frequenz der Werke):

	Audi Neckarsulm	VW Navarra	VW Autoeuropa	SEAT Prat	SEAT Martorell	Lamborghini
Einsparung [€ / Monat]	14.700€	10.650€	14.000€	1.900€	31.000€	3.300€

Berechnung mit 281 Gleichlieferanten

zugrundeliegendes Mengengerüst KCC Lieferanten 2010-09 und 2010-10 (Quelle: VWL)
 zugrundeliegendes Mengengerüst Audi Lieferanten 2011-03 (Quelle: Grundliste Hr. Wohlfarth)

Anhang 13: Ergebnisse der Synergieberechnung KCC Süd¹³⁵

Synergieberechnung KCC Süd

Kostenvorteil durch Standortverlagerung (Kornwestheim nach Heilbronn)

- ▶ Durch Verlagerung des Standortes des KCC von Kornwestheim nach Heilbronn, würden sich folgende Frachtkosteneinsparungen je Monat ergeben (bei gleicher Sendungsgröße und gleicher Frequenz):

	Audi Neckarsulm	VW Navarra	VW Autoeuropa	SEAT Prat	SEAT Martorell	Lamborghini
Einsparung [€ / Monat]	10.050€	3.750€	3.300€	1.100€	7.650€	350€

Audi Umfänge: 281 Gleichlieferanten

zugrundeliegendes Mengengerüst KCC Lieferanten 2010-09 und 2010-10 (Quelle: VWL)
 zugrundeliegendes Mengengerüst Audi Lieferanten 2011-03 (Quelle: Grundliste Hr. Wohlfarth)

Anhang 14: Kostenvorteile Kornwestheim vs. Heilbronn ¹³⁶

¹³⁵ vgl. Hauer L. (2011): Neuausschreibung KCC Süd – Lieferantenauswahl und Synergie-Potential, Internes Dokument der AUDI AG, Neckarsulm

¹³⁶ vgl. ebenda

Maximalkapazitätsberechnung Werks-Konsi.punkt		
Prämissen:		
- Daten wurden von der Werklogistik zur Verfügung gestellt		
Tore Gesamt	4	Anzahl
Tore zur Entladung	2	Anzahl
Betriebszeit	21	Stunden (3 Schichtbetrieb, je Schicht 1h Pause)
Durchschnittliche Dauer pro Entladung	2	Stunden
Kapazitätsgrenze	21	Frachträger / Arbeitstag

Mengengerüst für die KCC Abwicklung		
Prämissen:		
- GT-Module sind Einzel-KLTs welche in einem Turm zu einem GLT Behinde zusammengefasst wurden		
- Mengenbasis bildet die Lieferabrufvorschau für den März2011 (Stand: KW07)		
Lieferanten	214	Anzahl
frachtpflichtiges Gewicht	4.622.102	kg / Monat
Volumen lt. Verpackungsdaten	16.476	m ³ / Monat
Frachträger*	339	Stück / Monat
Einzel-KLT	33.122	Stück / Monat
GLT	9.268	Stück / Monat
GT-Module	10.517	Stück / Monat

Mengengerüst für die Werks-Konsi.punkt Abwicklung (Szenario 4)		
Prämissen:		
- gleichen Prämissen wie für KCC Abwicklung		
Lieferanten	77	Anzahl
frachtpflichtiges Gewicht	9.874.042	kg / Monat
Volumen lt. Verpackungsdaten	36.461	m ³ / Monat
Frachträger*	483	Stück / Monat
Einzel-KLT	9.315	Stück / Monat
GLT	39.638	Stück / Monat
GT-Module	5.853	Stück / Monat

* ermittelt nach der durchschnittlichen Auslastung je Spedition
(zugrundeliegende Basis: frachtpflichtiges Gewicht / Monat)

Anhang 15: Kosten- und Mengengerüst¹³⁷

¹³⁷ eigene Darstellung, erstellt mithilfe Microsoft Excel 2007

Fracht- und Umschlagskosten in der IST Situation

Prämissen:

- Betrachtete Umfänge von Lieferanten aus KCC und Werks-Konsi.punkt (Szenario 4) Abwicklung
- Frachtkosten aus GSW laut Xcargo Berechnungen (bei durchschnittlicher Frequenz und Sendungsgröße)
- Frachtkosten für KL laut aktuellen Frachtverträgen
- Nur Vollgutströme betrachtet
- 40% des Standgeldrisikos je Tour und Spedition (Datenbasis LKWControl 01/2011 - 02/2011)

Frachtkosten GSW	250.929	€ / Monat
Frachtkosten für KL	164.679	€ / Monat
- davon Kosten für zusätzliche Abladestellen	2.620	€ / Monat
zu erwartende Standgelder	31.251	€ / Monat
Kosten Gesamt	446.860	€ / Monat

Fracht- und Umschlagskosten für KCC und Werks-Konsiabwicklung (Szenario 4)

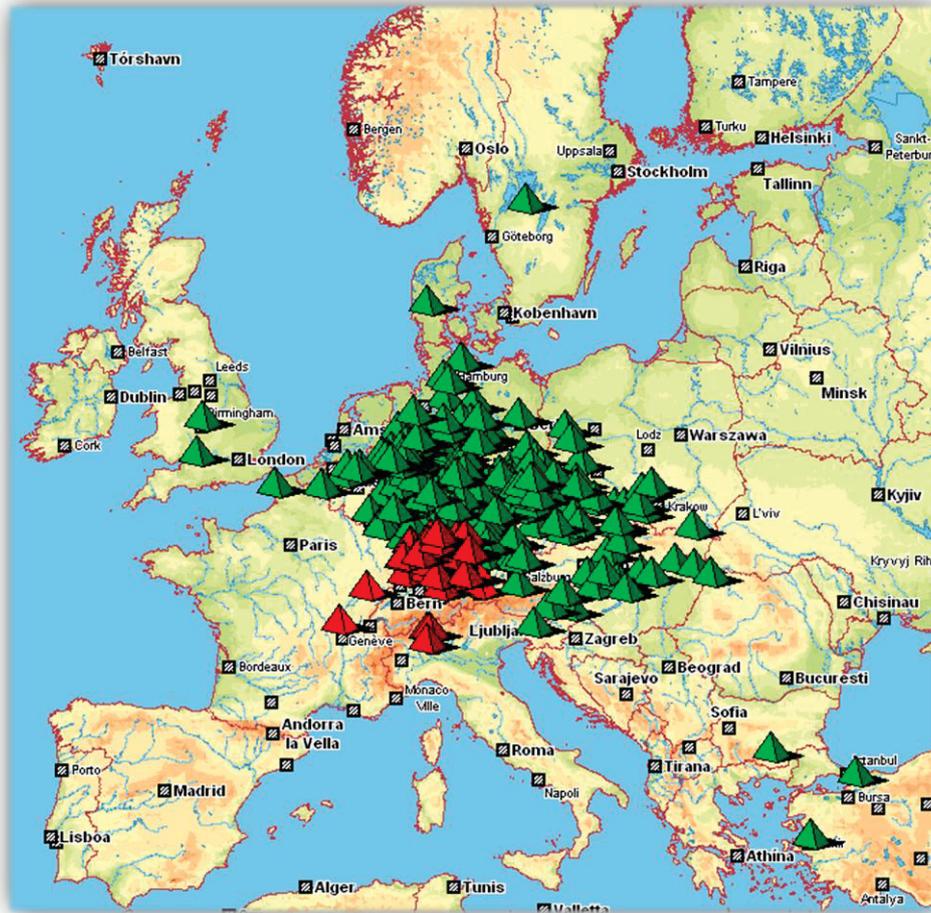
Prämissen:

- Betrachtete Umfänge von Lieferanten aus KCC und Werks-Konsi.punkt (Szenario 4) Abwicklung
- Frachtkosten aus GSW laut Xcargo Berechnungen (bei durchschnittlicher Frequenz und Sendungsgröße)
- Frachtkosten für KL laut aktuellen Frachtverträgen

Frachtkosten GSW	250.929	€ / Monat
Frachtkosten für KL	162.059	€ / Monat
zu erwartende Standgelder	-	€ / Monat
Kosten Gesamt	412.989	€ / Monat

Anhang 16: Berechnungsblatt IST Situation und Planungsstand ¹³⁸

¹³⁸ eigene Darstellung, erstellt mithilfe Microsoft Excel 2007



Anhang 17: Standorte der KCC Gleichlieferanten ¹³⁹

¹³⁹ Kartenerstellung mithilfe dem Microsoft Excel Addin XCargo 4.6 der Firma LOCOM



Anhang 18: Be- und Entladung der CarGoTram im VW Werk in Dresden ¹⁴⁰



Anhang 19: CarGoTram vor der gläsernen Manufaktur in Dresden ¹⁴¹

¹⁴⁰ o.V. (2010): Güterstraßenbahn CarGoTram von Volkswagen fährt seit zehn Jahren durch Dresden, [billiger-autofahren24.de](http://www.billiger-autofahren24.de)
<http://www.billiger-autofahren24.de/2010/11/guterstrassenbahn-cargotram-von-volkswagen-fahrt-seit-zehn-jahren-durch-dresden/>

¹⁴¹ ebenda